

125
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**MANTENIMIENTO DE EQUIPO
E
INSTALACIONES PORTUARIAS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
GUSTAVO PEREZ VIRAMONTES



MEXICO, D. F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

M A N T E N I M I E N T O

D E E Q U I P O E

I N S T A L A C I O N E S

P O R T U A R I A S

I N D I C E

	PAGINA
CAPITULO I. INTRODUCCION -----	1
A) Objetivos -----	1
B) Importancia -----	1
CAPITULO II. ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO -----	4
A) Principio y término del mantenimiento -----	4
B) Unidad de mantenimiento -----	6
1) Objetivos de la unidad de mantenimiento -----	6
2) Funciones de la unidad de mantenimiento -----	8
C) Sistemas de mantenimiento -----	9
1) Etapas para la implementación de un sistema de mantenimiento -----	9
D) Evaluación del nivel de mantenimiento -----	10
1) Determinación del nivel óptimo de mantenimiento -----	10
2) Determinación del nivel real de mantenimiento -----	11
3) Límite del costo de mantenimiento -----	12
E) Estimación de los costos de mantenimiento -----	13
1) Clasificación de los costos de mantenimiento -----	13
F) Motivación -----	14
1) Adiestramiento -----	14
2) Sueldos -----	16
3) Incentivos -----	17
G) Etapas del proceso administrativo de mantenimiento -----	17
1) Previsión -----	17

2) Planeación y Programación -----	17
3) Organización -----	36
4) Dirección -----	43
5) Coordinación -----	44
6) Control -----	44
CAPITULO III. TIPOS DE MANTENIMIENTO -----	56
A) Clasificación dependiendo de su frecuencia y periodicidad -----	56
1) Mantenimiento rutinario -----	56
2) Mantenimiento preventivo-predictivo -----	57
3) Mantenimiento correctivo -----	61
B) Clasificación por su grado de urgencia -----	63
1) Trabajos de emergencia -----	63
2) Trabajos Normales -----	63
C) Clasificación por su grado de dificultad -----	64
1) Mantenimiento menor -----	64
2) Mantenimiento mayor -----	64
D) Clasificación en función de su ejecución -----	64
1) Interna: Con recursos propios -----	64
2) Externa: Por medio de contratistas -----	65
CAPITULO IV. MANTENIMIENTO A INSTALACIONES PORTUARIAS -----	67
A) Materiales mas usados en la construcción de instalaciones portuarias y sus problemas de mantenimiento. -----	67
1) Madera -----	67
2) Acero -----	68
3) Concreto -----	70
4) Pavimentos -----	72
B) Obras de Protección -----	77
1) Rompeolas -----	77
2) Escolleras -----	77

3) Espigones -----	77
C) Accesos portuarios -----	80
1) Canales de navegación -----	80
2) Red carretera -----	81
3) Red ferroviaria -----	82
D) Servicios -----	84
1) Señalamiento marítimo -----	84
2) Instalaciones hidráulicas -----	85
3) Sistemas de drenaje -----	86
4) Instalaciones eléctricas y alumbrado -----	87
5) Sistemas contra incendio -----	93
6) Sistemas de comunicación -----	95
7) Estructura perimetral del puerto -----	96
E) Obras de Atraque -----	97
1) Muelles -----	97
2) Duques de Alba -----	98
3) Zonas de reparación de subestructuras en el agua -----	99
4) Métodos de reparación en el agua -----	100
5) Mantenimiento de los accesorios en los puestos de atraque -----	101
F) Areas de almacenamiento -----	103
1) Bodegas -----	104
2) Cobertizos -----	109
3) Patios -----	109
G) Area administrativa -----	110
1) Edificios administrativos -----	110
2) Casetas de vigilancia -----	110
H) Costos típicos de mantenimiento de instalaciones -----	111
CAPITULO V. MANTENIMIENTO A EQUIPO PORTUARIO -----	113
A) Equipo nuevo -----	114
1) Factores a considerar al escoger un equipo -----	114
2) Análisis económico de adquirir o rentar un equipo -----	115

3) Inspección a la recepción del equipo -----	116
B) Equipo usado -----	116
1) Areas en que puede usarse equipo usado -----	116
2) Pautas para obtener un buen equipo usado -----	117
3) Verificación del equipo usado -----	117
C) Costos de mantenimiento de equipo -----	118
D) Clasificación del equipo -----	119
1) Según su función y el lugar donde se usa -----	119
2) Según su movimiento -----	120
3) Principales grupos de equipo en el puerto -----	120
4) Equipo auxiliar -----	121
E) Sistemas funcionales del equipo y sus componentes -----	122
1) Sistema mecánico -----	122
2) Sistema de transmisión -----	124
3) Sistema de frenos -----	125
4) Sistema hidráulico -----	125
5) Sistema eléctrico, de control electrónico y vacío -----	126
6) Sección inferior, grúas autopropulsadas -----	127
7) Sección superior, grúas autopropulsadas -----	127
8) Sección inferior, grúas montadas sobre camión -----	128
9) Sección superior, grúas montadas sobre camión -----	128
F) Tipos de mantenimiento -----	128
1) Mantenimiento rutinario o de servicio -----	128
2) Mantenimiento preventivo -----	128
3) Mantenimiento correctivo -----	136
G) Ciclos de revisión -----	137
1) Inspección diaria o de rutina -----	137
2) Inspección a las 100 horas -----	139
3) Inspección a las 200 horas -----	139
4) Inspección a las 500 horas (3 meses) -----	140
5) Inspección a las 1000 horas (6 meses) -----	141
6) Inspección a las 2000 horas (cada año) -----	142
7) Partes específicas a revisar en diferentes tipos de equipo -----	142

H) Sustitución y reconstrucción de equipo -----	143
1) Sustitución -----	143
2) Reparaciones mayores al equipo -----	145
3) Reconstrucción de maquinaria -----	146
I) Taller de mantenimiento -----	161
1) Ubicación del taller -----	161
2) Arreglo interno del taller -----	162
3) Capacidad del taller -----	162
4) Almacenes de mantenimiento -----	163
5) Equipo en el taller de mantenimiento -----	166
J) Recomendaciones técnicas de mantenimiento de equipo -----	167
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	168
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA -----	172

El mantenimiento es la conservación de instalaciones, equipos y maquinaria del puerto, así como de sus funciones diarias, cuidando que la planta productiva del puerto, se encuentre operando en buenas condiciones de eficiencia y seguridad, en la forma más económica y a largo plazo.

El mantenimiento constituye uno de los factores determinantes en el análisis evaluativo de las diversas alternativas que se pueden presentar para la toma de decisión en lo que se puede relacionar a una nueva parte del puerto o a un nuevo equipo.

A) Objetivos:

El mantenimiento y conservación del equipo y de las instalaciones tiene los siguientes objetivos:

1) Ayudar en la generación de utilidades al puerto mediante la reducción de interrupciones en las operaciones, debidas a fallas en los bienes físicos. Con ésto no se pretende que las instalaciones y equipos nunca fallen a cualquier costo, sino planear y controlar dichas fallas, para aumentar los ingresos del puerto.

2) Evitar el deterioro de las instalaciones portuarias, edificios administrativos, el mobiliario y el equipo con que cuente el sistema portuario a fin de conservar la eficiencia en los servicios.

3) Lograr la máxima vida económica de las instalaciones y el equipo.

B) Importancia:

El mantenimiento, considerado como una actividad poco importante y visto como un mal necesario, casi desde que se conoce, empieza hoy día a cobrar nuevos bríos, ya que la época que vivimos, de crisis económica y caracterizada por las innovaciones tecnológicas no nos permite hacer a un lado la conservación de la infraestructura, y si se analiza económicamente, se obtiene que aplicando un adecuado mantenimiento, llegamos a tener cifras bastante considerables de ahorro.

En el mantenimiento debemos estar conscientes de que un buen mantenimiento cuesta, y que un mantenimiento pobre cuesta mas, por lo que habrá que cuantificar los beneficios del mantenimientos y los problemas o pérdidas por el no mantenimiento.

El no mantenimiento implica mayores tiempos de maniobras de carga y descarga por falta de equipo e instalaciones adecuadas y por tanto de mayor permanencia de las embarcaciones, con una baja en los niveles de oferta portuaria, el deterioro de la capacidad y calidad de sus servicios y consecuentemente en una mala imagen del puerto.

El concepto de mantenimiento supone una toma de conciencia por parte del personal operario de la infraestructura portuaria, la cual se refleja en la toma de conciencia de lo importante que es el empleo y el cuidado que se debe dar a las instalaciones y el uso correcto de los equipos, en atención de que ello redundará en una mayor disponibilidad de los mismos y con ello un mejor rendimiento del puerto.

Los directores de las empresas exigen que los gastos de mantenimiento se mantengan bajos, y por ese motivo no permite la contratación de personal capacitado porque "cuesta mucho"; de mantenimiento no quieren saber nada excepto que el personal esté capacitado para arreglar las cosas cuando fallen, y que le cueste poco. Pero de ésta situación el ingeniero de mantenimiento tiene en gran parte la culpa ya que con su pasividad acepta, aún sin reconocerlo que el mantenimiento es solo una función de corregir fallas y no de evitar que estas ocurran, o de reducirlas sustancialmente; además no se realiza una labor de convencimiento de que el único mantenimiento que no cuesta es el que no es necesario llevar a cabo y tampoco promueve el hecho de que al hacer mantenimiento es inevitable que haya un costo, pero que éste puede reducirse, al grado de afectar muy positivamente el renglón de utilidades netas, al aumentar el tiempo productivo de las instalaciones y equipos.

El Jefe de operaciones nunca permite parar sus instalaciones y/o equipos para arreglarlos adecuadamente; considera que fueron diseñados para operar sin descanso todo el año y que cada parada significa pérdida de producción y un retraso en sus planes; el ingeniero de mantenimiento habrá de cooperar con él para reducir el número de paros y que exista coordinación entre producción y mantenimiento.

El estado actual de la mayoría de las instalaciones portuarias en el país, obliga a pensar que se requiere contar con programas y normas en materia de mantenimiento, así como de profesionales y técnicos capacitados para la ejecución y administración de trabajos de conservación de la infraestructura física que se tiene; un problema que se tiene en nuestro país es que la conservación se aprende empíricamente, por lo cual no se cuenta con un marco normativo para su realización y por eso se transmiten tanto aciertos como vicios.

Muchos de los problemas que enfrentan las terminales portuarias, son debidos al congestionamiento interno de éstas, mismo que es propiciado por un servicio deficiente de carga y descarga de embarcaciones causado a su vez por la falta de instalaciones y equipos adecuados y en buenas condiciones, lo cual repercute en la productividad del puerto.

CAPITULO II. ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO:

Es el uso de los procedimientos administrativos enfocados a la conservación y buen funcionamiento del equipo y de las instalaciones del puerto.

Los procedimientos deben ser analizados, valorados y cambiados, en caso necesario para que se puedan alcanzar los objetivos de tiempo óptimo de aprovechamiento de las instalaciones y equipo y un costo también óptimo. La administración del mantenimiento necesita contar con medios claros precisos y ágiles para:

- Solicitar, autorizar y ejecutar trabajos.
- Computar tiempo, materiales y costos.
- Saber que acciones son necesarias para reducir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro.
- Evaluar los resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado.

Para poder llevar a cabo una administración del mantenimiento es útil hacer algunas consideraciones:

- Ver si existe un mantenimiento programado.
- Ver si hay coordinación entre producción y mantenimiento.
- Analizar si el grupo de mantenimiento tiene mas o menos del personal necesario.
- Conocer la eficiencia del grupo de mantenimiento.
- Ver si se cuenta con programas de capacitación y actualización del personal.
- Ver que motivaciones tiene el grupo de mantenimiento.
- Ver si se tiene un programa para reducir los costos de mantenimiento.
- Ver si se respeta la vida económica y la reposición del equipo.

A) Principio y término del Mantenimiento:

El proceso de mantenimiento debe iniciarse desde el diseño mismo de las instalaciones y equipos y terminar cuando concluye su vida útil.

Vida Útil: Es aquella en que el equipo o instalación funcionan adecuadamente, sin fallas, con el rendimiento, disponibilidad, eficiencia y seguridad esperados; el mantenimiento en éste periodo debe ser uniforme y programado para no incrementar sus costos y reducir la frecuencia de fallas.

La vida útil termina dependiendo de las necesidades, requerimientos y cambios tecnológicos que se tengan.

Vida Económica: Es la vida al término de la cual se decide reemplazar ó rehabilitar al bien. Durante éste lapso es costoso operar un equipo, en lugar de desecharlo. Es independiente de la vida útil y del estado de sus partes.

Existe una fórmula para calcular la vida económica aproximada de un activo, la cual es $n=2p/m$, donde n = vida económica en años, p = costo inicial del activo y m = cantidad en que se incrementa anualmente el costo de mantenimiento.

Al analizar los conceptos anteriores se puede llegar a pensar que se habla de lo mismo, y se da el caso en que estos conceptos son iguales, la diferencia estriba en que la vida económica está expresada en términos económicos, y la vida útil en función de la utilidad que tenga el bien físico.

Un mantenimiento exagerado no es económico, principalmente por los costos indirectos de control y administración involucrados, además de que los paros en las instalaciones y equipos alterarían el flujo de operaciones.

Los bienes físicos se mantienen trabajando adecuadamente y la vida útil se prolonga, pero esto difícilmente pagaría los costos por un mantenimiento exagerado; la vida económica será mas corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de una instalación o equipo que por otras razones tiene que ser retirada de operación.

Un mantenimiento pobre no es tampoco económico ya que se aumenta la probabilidad de falla. Las tareas de mantenimiento resultan muy caras, ya que el deterioro sufrido por las partes va mas allá del calculado en el diseño, llegándose a tener que substituir componentes que de haberse mantenido antes, solo hubieran tenido que ser reajustadas o reparadas. Es muy común que las refacciones ó materiales no estén disponibles al ocurrir la falla siendo común que las tareas se retrasen días enteros.

Dentro de los costos de operación del puerto están los de mantenimiento, y el técnico de mantenimiento debe pensar en él en términos de sus costos.

1) Clasificación de los bienes físicos para fines de mantenimiento:

Para fines de mantenimiento los bienes físicos del puerto y sus elementos se clasifican en:

- Bienes complejos que tienen asociado o son parte paralizadora de un sistema.
- Bienes cuya falla pone en peligro la salud o seguridad humana.
- Bienes cuya falla aumenta la probabilidad o provoca la falla de componentes mayores.
- Bienes o áreas a las cuales es difícil proporcionarles mantenimiento.
- Bienes cuyo costo de prevención es mínimo comparado con el de reparación.
- Bienes de bajo costo de reposición y función importante.

B) Unidad de Mantenimiento:

La unidad de mantenimiento es la sección, dentro de la organización del puerto, encargada de la conservación de su infraestructura.

Una de las cosas más importantes del mantenimiento es que los deberes, objetivos, responsabilidades y resultados que se esperan, tanto de la unidad de mantenimiento como del personal, estén delineados con toda precisión y consignadas por escrito con todo detalle en manuales.

También es necesario establecer los perfiles de puesto en las tareas administrativas a efecto de que pueda acomodarse a la persona adecuada al trabajo y a fin de que ésta sepa bien que es lo que se espera de ella y las áreas de trabajo en que irá a desenvolverse.

1) Objetivos de la Unidad de Mantenimiento:

- Mantener la apariencia y adecuado funcionamiento del equipo y de las instalaciones del puerto, corrigiendo sus fallas en caso necesario, al sustituir las partes o componentes que su vida útil ha concluido.

- Establecer normas de rutinas y procedimientos reales de operación y mantenimiento de instalaciones y equipo.
- Detectar posibles fallas vigilando el uso adecuado de los bienes físicos y el control de calidad de los trabajos y materiales mediante inspecciones que pueden ser rutinaria, periódica o especial.
El personal de inspección debe tener la capacidad técnica para el adecuado aprovechamiento de ésta importante herramienta de trabajo.
- Realizar, supervisar y controlar los trabajos de mantenimiento de acuerdo a los programas autorizados, vigilando que los trabajos realizados por contratistas cumplan con el programa y las especificaciones técnicas fijadas por las entidades normativas y contractuales.
- Llevar el catastro de instalaciones y el inventario del equipo.
- Establecer un registro histórico y posteriormente un banco de datos, como apoyo para la operación y funcionamiento del sistema de mantenimiento.
- Elaborar y aplicar programas de adiestramiento para mejorar métodos y costos del trabajo de mantenimiento.
- Supervisar que el personal del puerto cumpla con las normas de higiene y seguridad dentro del recinto portuario, con el fin de evitar accidentes durante el desarrollo de las operaciones.
- Crear en el personal del puerto la conciencia de la importancia de la conservación y mantenimiento de las instalaciones y equipo así como de su correcto empleo, para llevar a cabo las actividades correspondientes que les permitan tener en condiciones adecuadas de servicio e imagen dichos bienes.
- Definir la metodología, mecanismos, acciones y procedimientos que deben seguirse en el puerto para la planeación, formulación, instrumentación y control de los programas anuales de mantenimiento.
- Establecer costos directos indirectos y generales y un control presu-

puestal usando dichos costos, mediante relaciones gráficas entre costos de producción y costos de mantenimiento.

- Participar en el toma de decisiones sobre nuevas adquisiciones o reconstrucciones de instalaciones o equipos.
- Realizar las gestiones necesarias ante las autoridades superiores, la entidad normativa y las entidades responsables del mantenimiento mayor para que éste sea efectuado oportunamente.
- Reducir o eliminar fallas repetitivas mediante la alteración del diseño original del equipo o instalación, para adecuarlo a nuevas condiciones de operación.

2) Funciones de la Unidad de mantenimiento:

Se clasifican en funciones primarias y funciones secundarias.

a) Funciones primarias: Son funciones que requieren grandes inversiones en áreas claves del puerto, y a las cuales se les debe proporcionar un adecuado y efectivo mantenimiento; éstas funciones son la justificación de la unidad de mantenimiento y dentro de ellas se consideran:

- Mantenimiento de los edificios y de las instalaciones existentes.
- Modificaciones estructurales, cuidando de no afectar la estabilidad de las instalaciones.
- Mantenimiento del equipo.
- Modificaciones y reemplazo del equipo.

b) Funciones secundarias: Son funciones que no tienen un departamento específico que se haga responsable de ellas y por ello son delegadas al departamento de mantenimiento; no interfieren con las funciones del puerto y se deben a la experiencia, conocimiento técnico, antecedentes y otros factores; dentro de dichas actividades se pueden mencionar:

- Compra, almacenamiento y suministro de materiales necesarios para el mantenimiento.
- Instalación de salidas de emergencia.

- Disposición de Desperdicios.
- Eliminación de contaminantes y ruidos.

3) Formas de identificación del trabajo de mantenimiento:

- a) Quejas de los usuarios del equipo o de las instalaciones
- b) Inspecciones por medio de gente especializada
- c) Normas del fabricante y de seguridad
- d) Planificación formalizada en trabajos grandes y menores

C) Sistema de mantenimiento:

Es una serie de etapas de planeación y control para poder realizar los trabajos de revisión y reparación en forma satisfactoria y lograr una utilización mas efectiva de la mano de obra, materiales y equipo con el consiguiente ahorro de tiempo y costos.

1) Etapas para la implementación de un sistema de mantenimiento:

a) Planeación del sistema: En ésta etapa se detectan todos los factores que causan los problemas de mantenimiento, formulando o reformulando los objetivos para dirigir las soluciones a éstos problemas y preparar un plan formal a fin de alcanzar dichos objetivos.

b) Análisis del Sistema: En ésta etapa se estudia el sistema de mantenimiento existente y las fuerzas del medio ambiente que interactúan con él, para así determinar las mejoras que sean necesarias.

c) Tecnología del Sistema: En ésta etapa se proporcionan los conocimientos necesarios sobre los equipos o instalaciones disponibles que requieran ser reparadas.

d) Diseño del Sistema: En ésta etapa se incorporan, se relacionan y se complementan los conocimientos adquiridos en las fases de análisis y tecnología, para desarrollar un sistema de mantenimiento idoneo que cumpla con los objetivos.

e) Modelo del Sistema: En ésta etapa se hace una representación gráfica o matemática del comportamiento del sistema de mantenimiento para conocer su tendencia y realizar las mejoras o cambios necesarios hasta que se ajuste al logro de los objetivos planeados.

f) Costo-Beneficio: En ésta etapa se realiza un análisis de los beneficios tangibles e intangibles que proporcionará el nuevo sistema de mantenimiento.

g) Control del Sistema: En ésta etapa, una vez diseñado el sistema más adecuado al puerto, se establecen los controles que permitirán que dicho sistema pueda ser revisado y mantenido en operación continua.

h) Implementación del Sistema: En ésta etapa se pone en práctica el sistema, dentro de un periodo preestablecido.

i) Evaluación del Sistema: En esta etapa se compara lo real contra lo planeado y se toman las medidas correctivas necesarias.

C) Evaluación del nivel de mantenimiento

El mantenimiento que se le proporcione a una instalación o equipo estará en función de su uso o de la intensidad de su empleo, por lo cual se hace necesario establecer algunos parámetros, para evaluar los niveles de mantenimiento, como son el nivel óptimo, el nivel real y el límite del costo de mantenimiento.

1) Determinación del nivel óptimo de mantenimiento:

El nivel óptimo de mantenimiento, es el punto en el que los costos combinados de mantenimiento preventivo y correctivo, costos indirectos, tiempo de paro, repeticiones, ingresos dejados de percibir por fallas no previstas y deterioro prematuro de los bienes físicos sean mínimos, como puede verse en la fig. 2.1

Primero hay que determinar la cantidad de mantenimiento que debió hacerse

CANTIDAD OPTIMA DE MANTENIMIENTO

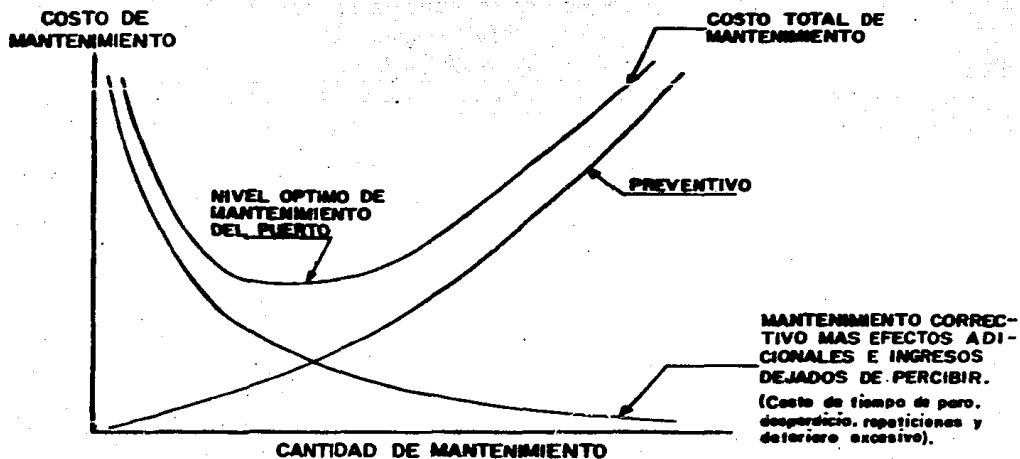


Fig. 2.1

durante el tiempo de vida del equipo e instalaciones para prevenir el deterioro y desgaste indebido, así como el tiempo de paro incluyendo las reparaciones grandes a intervalos lógicos, mantenimiento preventivo y reparaciones a efecto de que el resultado refleje con exactitud la depreciación normal. Esta determinación es cuestión de análisis y criterio de los trabajos de mantenimiento deberá aumentarse para conseguir montos óptimos de tiempos de paro y deterioro.

El principal problema es decidir si el nivel de mantenimiento es obtenido a un costo razonable. Una alternativa es analizar que mantenimiento es llevado a cabo; que sistemas de mantenimiento están en uso y ciertos indicadores, incluyendo costo y luego comparar éstos factores con los estándares.

Si los costos combinados se encuentran a la izquierda del punto mínimo de la curva quiere decir que el mantenimiento es insuficiente. Por el contrario, si dichos costos se hallan a la derecha del punto mínimo es porque el mantenimiento es exagerado. La posición del punto mínimo de la curva dependerá de la forma de las otras dos.

2) Determinación del nivel real de mantenimiento:

Una vez determinado el nivel óptimo de mantenimiento es necesario tratar de determinar el nivel real de mantenimiento; el nivel real de mantenimiento es aquella cantidad de trabajo que muestra ser la económica.

a) Métodos para determinar el nivel real de mantenimiento:

i) Método de la evaluación del costo: Se establece un índice general del nivel de mantenimiento de la siguiente forma: se suma el costo de tiempo de paro, más el costo por defecto y deterioro excesivo del equipo y/o de las instalaciones en virtud de un mantenimiento impropio; el resultado de dicha suma se dividirá entre el costo de mantenimiento en el periodo que se esté analizando. Este índice señalará el nivel corriente de mantenimiento.

Si éste índice es menor que uno el nivel de mantenimiento puede estar deteriorado y corresponde hacer una investigación de las causas probables. Si es mayor que uno quiere decir que el nivel de mantenimiento está mejorando o sea que el mantenimiento preventivo se en-

COSTOS DE MANTENIMIENTO DURANTE LA VIDA UTIL

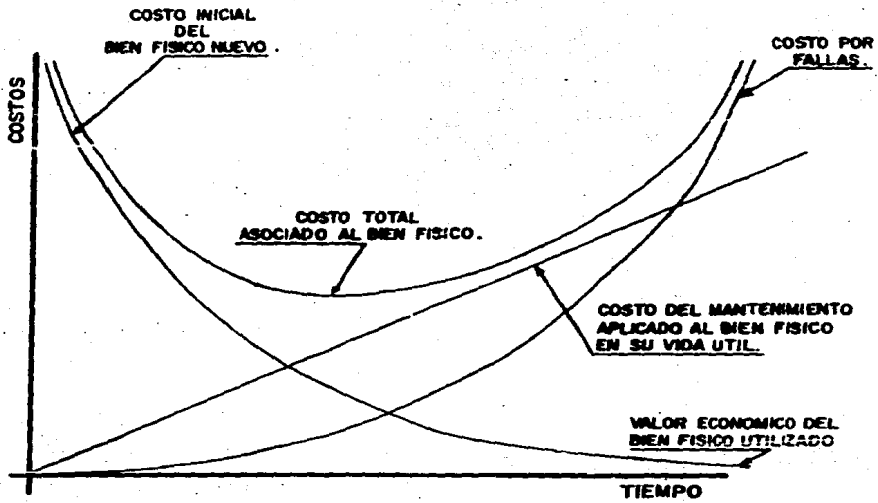


Fig. 2.2

cuentra en un nivel mas alto que el nivel ideal.

1) Método de Análisis Elemental: Es mas detallado que el de evaluación del costo. Consiste en una inspección periódica de todos los bienes físicos existentes en el puerto. En el curso de éstas inspecciones el equipo y las instalaciones se evalúan de acuerdo a su condición y a una base elemental, mediante la asignación de puntos de castigo por cada defecto observado. El primer paso consiste en registrar todo el equipo instalado en el puerto, al igual que el equipo de apoyo para realizar las operaciones, y las instalaciones, especificando las partes esenciales de cada instalación y/o equipo.

El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio de probabilidad de falla, riesgos por falla, necesidad de continuidad de operación, oportunidad de paro para efectuar las tareas, factores políticos o de imagen, costo y disponibilidad de materiales y refacciones.

La cantidad técnica de mantenimiento que hay que dar, es aquella en que la diferencia entre beneficios y costos sea la máxima. En la práctica es recomendable trabajar un poco mas arriba para tener margen en condiciones de crisis. (Fig. 2.3)

3) Límite del costo de mantenimiento:

El límite del costo de mantenimiento es la cantidad que no exceda el costo combinado actual de tiempo de paro, deterioro excesivo y reposición prematura del equipo o de las instalaciones, o sea que es el nivel de mantenimiento mas alto que es factible obtener sin aumentar el costo.

Este nivel se fija mediante un análisis de los informes de producción y tiempo. Primeramente se establece el número de horas de paro del equipo e instalaciones, debidas a un mantenimiento deficiente. Esto puede hacerse analizando el informe de paros y determinando el costo de los mismos, imputables a fallas en los equipos o en las instalaciones, y los que son resultado de la actuación del personal o de carencias o defectos de material y pueden imputarse a un mal mantenimiento.

Si un puerto pierde una cantidad considerable de dinero anualmente, debido a un deterioro exagerado del equipo o de las instalaciones, mas allá de toda posible reparación económica, como resultado de fallos en el man-

CURVA BENEFICIOS - COSTOS DE LA CALIDAD Y DEL MANTENIMIENTO

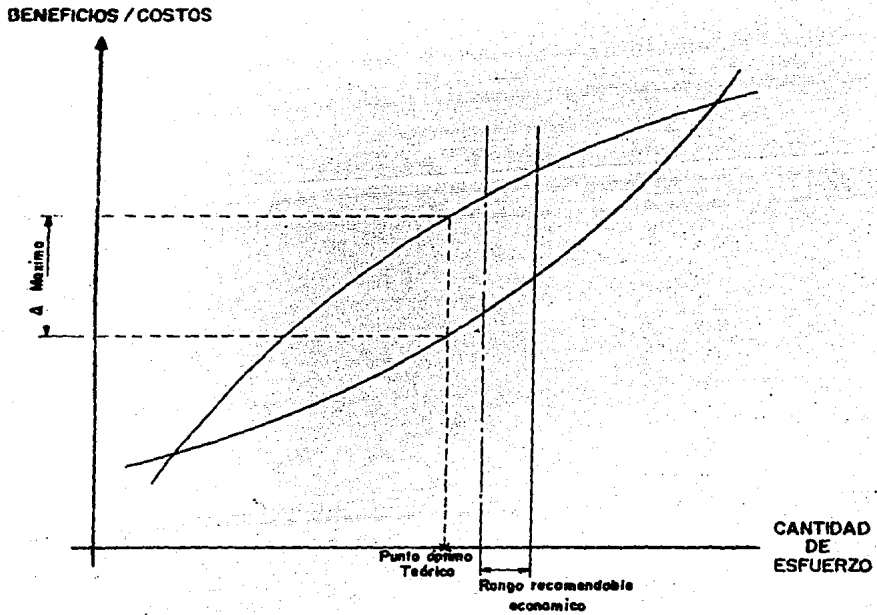


Fig. 2.3

tenimiento, pueden gastarse provechosamente cantidades grandes de dinero por año en mantenimiento, para evitar que ocurran esas situaciones.

E) Estimación de los costos de Mantenimiento

El problema está en determinar los costos real y óptimo del mantenimiento y en establecer su nivel apropiado, ya que los costos no son fijos para todos los puertos; ya que lo que es conveniente para un puerto no lo es para los demás, por lo cual no se pueden hacer comparaciones directas y lo único que se puede hacer es comparar el actual nivel de mantenimiento con el anterior del mismo puerto y aún así el nivel adecuado puede cambiar, al modificarse el objetivo o finalidad de la instalación o equipo de que se trata. Las presiones económicas pueden alterar sustancialmente lo que se considera un nivel conveniente de mantenimiento en un momento dado.

1) Clasificación de los Costos de Mantenimiento:

a) Directos: Corrección de fallas en el equipo productivo. Este representa el costo de mantenimiento del equipo y corresponden a las órdenes de trabajo normal y cruzada.

b) Indirectos: Modificaciones y/o cambios para eliminar fallas repetitivas. Estos costos deben reflejarse en el equipo como una partida adicional en los costos de inversión. Los costos de mantenimiento rutinario deben recuperarse a través de los costos de operación.

c) Costos de Administración: En éstos costos se consideran los correspondientes al personal, instalaciones y gastos generales del departamento de mantenimiento, incluyéndose los costos correspondientes a las órdenes de trabajo de tiempo muerto.

Para estudios preliminares se puede considerar que el costo anual de mantenimiento de equipos deberá oscilar entre el 7 y el 15 % de la inversión y para el mantenimiento de instalaciones entre el 1 y el 3 % de la inversión.

El costo de la mano de obra eliminando gastos indirectos, será entre el 30 y el 50 % del total de los gastos de mantenimiento.

F) Motivación:

Sucede, a menudo, que la mayoría de los trabajadores de mantenimiento desarrollan su trabajo muy por debajo de lo razonable, lo cual es el resultado de que la dirección no proporciona condiciones apropiadas ni motivaciones al trabajador. En un puerto donde haya un mínimo de paros en las operaciones y donde haya coordinación entre el mantenimiento y la producción, la autoestima del personal de mantenimiento será grande y los adelantos en el campo de la motivación notorios.

1) Adiestramiento:

El Adiestramiento es importante para asegurar la rápida y eficaz utilización de equipo y aprovechar mejor las instalaciones, además para estar al tanto de los avances tecnológicos.

Conviene preparar planes de aprendizaje, incluyendo exigencias que se vayan a presentar dentro de varios años. Los programas de adiestramiento y readiestramiento son a largo plazo y son de carácter continuo en los tiempos buenos y malos, si se quieren reponer los faltantes de personal y que el puerto continúe operando eficientemente.

El ingeniero de mantenimiento debe investigar la capacidad de su personal y estimular a su gente para que mejoren, además deberá detectar las necesidades de adiestramiento que surjan con la adquisición de nuevos equipos, y que el personal de mantenimiento no cuente con las aptitudes necesarias.

En los puertos modernos altamente automatizados, los márgenes de utilidades y pérdidas son determinadas en gran parte por la calidad y eficacia del mantenimiento. La seguridad de que se puede depender de un equipo cada vez más complejo, está relacionada estrechamente a la calidad de la labor del mantenimiento. Para que ésta eficacia impere en los puertos modernos, cualquiera que sea su tamaño, es indispensable un buen y correcto adiestramiento del personal dedicado a esa función. El adiestramiento no debe verse como un beneficio o recompensa al trabajador, sino como una necesidad del puerto para subsistir en forma eficiente.

a) Consideraciones para implementar programas de adiestramiento:

Para la implementación de programas de adiestramiento es conveniente tener en cuenta lo siguiente:

- Seleccionar al personal calificado para el adiestramiento.
- Medir el nivel de adiestramiento del personal en comparación con el nivel deseado.
- Prever la manera de solucionar problemas por enfermedad o falta de personal adiestrado.
- Determinar el número de individuos a ser adiestrados.
- Determinar cómo, cuándo y dónde adiestrar.
- Delegar responsabilidades para el adiestramiento.
- Establecer los medios para correlacionar el adiestramiento teórico con el adiestramiento en el Área de trabajo.
- Establecer los medios para valorar el adiestramiento.
- Establecer los medios de rotación del personal adiestrado.
- Establecer los medios para determinar que ocurre cuando el personal adiestrado es ineficiente.
- Verificar que el personal sea capaz de aplicar lo aprendido.
- Verificar que los programas sean diseñados para necesidades específicas.
- Cuidar que se proporcione adiestramiento a los supervisores.

b) Problemas de Adiestramiento

Para detectar problemas de adiestramiento es útil considerar lo siguiente:

- Si las descomposturas del equipo e instalaciones son rápida y eficazmente diagnosticadas y remediadas
- Si es adecuada la calidad de trabajo de mantenimiento en opinión de los supervisores de mantenimiento y de gente experta.
- Si se usan con acierto nuevas técnicas y equipos.
- Si se depende excesivamente de determinados individuos para trabajos específicos que requieren de conocimientos especiales.
- Si dan buen resultado en labores de mantenimiento los candidatos

que parecen tener buenas cualidades.

c) Selección de candidatos al adiestramiento

El mejor programa de adiestramiento será ineficaz si no se cuenta con buenos recursos humanos. La selección de candidatos es pues, de primera importancia para que el programa obtenga el éxito deseado. Considerando el desembolso que hay que hacer para el adiestramiento es muy importante seleccionar a los sujetos con base en una evaluación de sus cualidades básicas incluyendo su preparación actual y una aplicación de pruebas de aptitud para determinar si el candidato tiene las cualidades necesarias para obtener provecho del adiestramiento.

2) Sueldos:

El desarrollo del mantenimiento es efectuado con la participación de la mano de obra directa y el personal administrativo y directivo correspondiente, al cual deberá remunerarse con Justicia en base a:

- Remuneraciones iguales a trabajos iguales.
- Correspondencia Jerárquica con otras actividades de trabajo.
- Relación con las escalas de remuneraciones en la localidad.

Las remuneraciones pueden ser por pago de dinero, pago de bienes de consumo (despensas, ropa) y pago en prestaciones (uso de automóvil, viajes, estudios, seguros de viaje y vida). En los niveles inferiores de sueldos se prefiere el pago en efectivo, en cambio en los niveles superiores se prefieren normalmente las percepciones indirectas por reducir el alto impacto de los impuestos en los sueldos elevados.

El análisis del trabajo y la evaluación de éste, son el medio para eliminar toda injusticia en la estructura salarial. La aplicación de principios sanos permite una eficaz y justa determinación del valor del trabajo en el puerto.

3) Incentivos:

El plan de incentivos consiste en promover una motivación poderosa y en-
derezada a un fin mediante el pago de una cantidad extraordinaria.
Los incentivos se pueden clasificar en económicos y no económicos.

a) Económicos: Son de dos tipos:

- Directos: Pagos extras que van de acuerdo con el rendimiento o efi-
cacia del personal.
- Indirectos: Como pueden ser participación de utilidades, gratifica-
ciones por reducción de costos en la producción, vacaciones extra-
ordinarias.

b) No económicos: Tienen por objeto un atractivo emocional; con ellos
se pretende estimular el orgullo de las tareas bien hechas.
Carecen del atractivo de algunos incentivos económicos, pero son útiles
para crear una atmósfera favorable y de colaboración.

Dependiendo de la clase de plan de incentivos a que se recurra, los re-
sultados pueden variar grandemente en el ahorro neto obtenido. Sin em-
bargo, conviene recordar que los resultados no son automáticos, ya que
es indispensable una buena administración para asegurar un beneficio
máximo.

6) Etapas del proceso administrativo de mantenimiento:

1) Previsión:

El mantenimiento de las instalaciones y equipos, debe preverse desde su
proyecto. Es muy importante que expertos en mantenimiento revisen los
proyectos antes de su ejecución.

2) Planeación y Programación:

La Ingeniería de Planeación y Programación ayuda:

- A la aplicación y uso de los procedimientos mas efectivos para la ejecución del trabajo de Mantenimiento.
- A la aplicación del mejoramiento de métodos, herramientas y mantenimiento preventivo.
- Al establecimiento de registros y elaboración de análisis para indicar las medidas correctivas que son necesarias.
- Al control del gasto real de acuerdo al presupuesto.

El proceso de planeación adquiere, ahora mas que nunca, una gran importancia en nuestro país con la crisis económica, por lo que surge la necesidad de racionalizar el uso de los recursos con los que cuenta el puerto.

Es importante hacer notar que demasiada planeación es tan mala como la falta de ella; un programa muy detallado puede volverse obsoleto después de unas cuantas horas, al surgir alguna emergencia, sin embargo la experiencia muestra que si se apega uno al programa de un 60 a 80 % durante las operaciones normales, el valor de la programación puede considerarse como bueno.

La planeación del mantenimiento puede ser tan simple como identificar las actividades del día y establecer los caminos para realizarlas; sin embargo el no planear origina improvisación lo que no permitirá obtener los mismos resultados que se logran con una planeación racional y formal.

La diferencia entre improvisación y planeación es la utilización de un método sistemático y organizado de análisis del trabajo para disponerlo de tal manera que los recursos materiales y humanos se aprovechen de modo mas racional. La solución improvisada en cualquier momento causa otros problemas de mayor complejidad, con repercusiones mas serias, con la consecuente pérdida de dinero en reparaciones nuevas que surgen de improviso. La improvisación es rápida, informal, económica, basada en la experiencia, intuición y sentido común, a corto plazo y con alto riesgo; se realiza cuando se presenta una emergencia.

La planeación en cambio es a corto y largo plazo, permite seguimiento, es mas formal y mas costosa, pero es mas segura.

El proceso de planeación debe ser sencillo, adaptable a todas las áreas, estandarizado, comprensible, dinámico y que permita seguimiento, además debe hacerse conforme a los objetivos de tiempo establecidos y basarse en

la existencia y costos reales de mano de obra y materiales.

a) Fases de la planeación en el mantenimiento:

- Especificar objetivos y metas que se desean alcanzar.
- Elegir políticas, programas y procedimientos con los cuales deberán alcanzarse los objetivos y metas.
- Determinar que clases y cantidades de los recursos son requeridos, cómo se adquirirán y como se asignarán a las actividades de acuerdo a sus prioridades.
- Diseñar los procedimientos para la toma de decisiones, así como la forma de organizarlos para que el plan de mantenimiento preventivo pueda realizarse.
- Elaborar el programa y el presupuesto.
- Establecer un procedimiento de control, el cual pueda, cuando el programa de mantenimiento ya esta operando, detectar los errores, así como prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad. En éste paso es muy importante la retroalimentación del sistema para que los planes se puedan reprogramar en caso de ser necesario, hasta alcanzar los objetivos

b) Planeación a corto, mediano y largo plazo:

- Planeación a corto plazo: Es una planeación específica de los trabajos de mantenimiento y abarca desde las reparaciones a realizar en un día, hasta la planeación integral del mantenimiento a un mes.
- Planeación a mediano plazo: Es aquella vinculada con los objetivos, políticas y procedimientos del mantenimiento preventivo a efecto de que éstos sean afines a la problemática del puerto. Los planes a corto y mediano plazo (1 ó 2 años) los preparan los jefes de departamento o jefes de oficina. (Reparaciones y mantenimiento menor)

- Planeación a largo plazo: Se encuentra intimamente vinculada con los pronósticos de carga.

La planeación a largo plazo (5 a 10 años) la elaboran los directivos del puerto y un grupo de asesoría establece las metas, dicta las categorías y diseña los programas operativos. Generalmente está asociada a un mantenimiento mayor.

Esta planeación conserva al día los objetivos, políticas y procedimientos del mantenimiento a efecto de que todos estos se encuentren de acuerdo a los fines del puerto.

En la planeación a largo plazo hay que considerar problemas que se puedan presentar por los cambios en el equipo por perfeccionamientos tecnológicos y las necesidades futuras de ampliación de instalaciones, ya que son grandes inversiones imprescindibles y consecuentemente estudios meticulosos.

c) Programación:

La programación es la ordenación consecutiva de actividades que se tienen que desarrollar en un tiempo y su costo asociado con objeto de optimizar los recursos a aplicar.

Los programas son listas o gráficas que muestran claramente los lineamientos a seguir para alcanzar los objetivos. Para la elaboración se deben determinar el conjunto de tareas de mantenimiento durante un periodo dado, con el fin de conseguir el equilibrio permanente entre las cargas de trabajo y las posibilidades técnicas del sistema.

En los programas se indica quién debe ejecutar cada trabajo, cuando empezarlo, cuando terminarlo, con que recursos se cuenta para su ejecución.

Los programas son resultantes de la planeación y sirven a ella como medios de control e instrumentos indispensables para la toma de decisiones.

De una planeación seria y realista resulta una igual programación que al llevar un estricto control de cuentas y al aplicar las decisiones adecuadas, dichos programas se cumplen en tiempo y costo.

Como elemento de control, el programa lleva un seguimiento continuo de cada actividad y confronta sus resultados parciales y totales con lo planeado, dando correcciones de metas en caso necesario.

Con el auxilio de manuales e instructivos de operación, sabemos que trabajos se tienen que realizar a los equipos e instalaciones y con que frecuencia, por lo tanto podemos diseñar un programa por trabajador y por cada día dejando holguras para correctivos imprescindibles que no deben rebasar el 25% del tiempo anual laborado. Cada función global (Rutinas, mantenimiento preventivo o correctivo programados) deben tener sus actividades y personal definidos de tal manera que el trabajador no tenga que preguntar que hacer, a donde hacerlo, como y cuando hacerlo.

Los principios básicos de la programación del mantenimiento son:

- Los programas deben basarse en lo que es más probable que ocurra, mas bien que en lo que quisiéramos que ocurriese.
- Se debe tener presente que puede presentarse la necesidad de hacer cambios al programa.
- Se debe considerar que el programa es un medio para conseguir un fin, y no un fin en si mismo.
El verdadero objetivo es permitir que se ejecuten las actividades de una manera sistemática.
- Los plazos de entrega prometidos deben incluir un margen de tiempo para conseguir material y mano de obra, así como efectuar trámites y planear.
- Todo programa debe fundamentarse en un estudio del costo mas bajo y de la fecha de entrega.
- Se debe conocer la carga de trabajo de mantenimiento, así como personal y fondos disponibles.

d) Programa General de Mantenimiento:

Es el equilibrio entre capacidad y carga de trabajo, en el cual se mostrará la naturaleza y magnitud del trabajo de mantenimiento; su flexibilidad debe estar en capacidad de absorber variaciones en las necesi-

dades del mantenimiento así como las modificaciones de los planes futuros; también nos mostrará la naturaleza y magnitud de cada parte de la tarea de reparación. El total de horas-hombre requeridas para cada parte deberá deducirse del total de la mano de obra disponible para así obtener una distribución razonable del trabajo para que se pueda realizar.

Son diversos los programas que conforman el quehacer de mantenimiento en los que la captación de prioridad, urgencia, disponibilidad de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo y la revisión misma de los programas en su conjunto establecen el programa general de mantenimiento.

Para la programación general es conveniente considerar un flujo uniforme de los montos presupuestales, así como la posible duración de las actividades.

Para realizar un programa general de mantenimiento se requiere conocer los bienes físicos del puerto, en base a las siguientes características:

- Economía: Inversión inicial y los costos de operación del bien físico.
- Vida útil: Considerada en función de la planeación del sistema y el mercado.
- Eficiencia: La cual afecta directamente los costos de operación.
- Respaldo: Fácil adquisición de refacciones y materiales, su reemplazo y apoyo en el mantenimiento del equipo e instalaciones.
- Mantenimiento: Influye directamente en los costos de operación, confiabilidad en el servicio y seguridad en el funcionamiento.
- Flexibilidad: Los bienes físicos deben permitir la modificación de las condiciones normales de funcionamiento para proporcionar temporalmente un servicio no contemplado en el diseño original.
- Simplicidad: Un bien físico simple representa ventajas para el personal de operación y de mantenimiento.
- Confiabilidad: Representa una mayor probabilidad de poder proporcionar un servicio continuo y en cualquier momento.
- Seguridad: Un bien físico debe operar sin riesgos para el personal.
- Adaptabilidad: Es una gran ventaja contar con un bien físico que permita fácilmente contemplar una ampliación y/o reemplazo, para continuar proporcionando el servicio con el menor riesgo y tiempo de sus-

pensión del funcionamiento.

Una vez establecido el programa de mantenimiento, el número de trabajadores para el siguiente periodo, tendrá que ser inferior al que había cuando se inició, como resultado de reparaciones más económicas y menos paros.

Se considera que para asegurar el éxito del programa de mantenimiento, es necesario avocarse en forma paralela a la implementación de éste, a una serie de acciones complementarias, tales como una actualización continua de las cédulas de catastro y equipos, capacitación del personal, financiamiento oportuno y suficiente y sistemas contables adecuados.

Con base en la programación de actividades definidas en los diversos planes de acción, es necesario determinar las características, naturaleza y magnitud de los recursos humanos, materiales y tecnológicos requeridos para realizar tales actividades, procediendo a la cuantificación de su valor en términos monetarios, lo que finalmente nos permitirá conocer los efectos financieros de la totalidad de acciones susceptibles de ejecutarse.

e) Formulación de Programas:

Para la formulación de los programas de mantenimiento se siguen los siguientes pasos:

i) Actualización e implantación de las cédulas de catastro de instalaciones e inventarios de equipos:

Consiste en relacionar los grupos de equipo o áreas de instalaciones, identificándolo en cada caso de acuerdo con la terminología y claves convenidas.

La cédula de equipo contendrá su nombre, marca y modelo; dentro de sus características se mencionarán especificaciones técnicas, datos del fabricante, fecha de adquisición, número de serie el motor, dimensiones generales, altura de claros y alcances, componentes principales, accesorios, vida útil inicial y actual, valor de adquisición,

valor actual; se anotará una descripción de sus sistemas funcionales componentes como son el eje motor y diferencial, frenos, embrague, sistema de enfriamiento, sistema eléctrico, sistema motor, sistema combustible, sistema hidráulico, sistema dirección, transmisión, ganchos, cadenas suspensión, carro grúa, puente grúa; dentro de las características operativas se mencionarán el tipo de carga, las funciones (carga y descarga); también se hará mención de la situación actual física y operativa así como de las observaciones que se crean convenientes; esta ficha técnica puede complementarse anexándole el juego de refacciones recomendado como inventario de seguridad.

La cédula de catastro para las instalaciones contendrá la descripción de las características generales físicas y de operación de la estructura; dentro de las características físicas se mencionarán la localización, los materiales que la constituyen, periodo de construcción, año de inicio de las operaciones, dimensiones, vida útil y valor original y actual, descripción del área (realizada por componente); dentro de las características operativas se anotarán el tipo de carga, servicios que proporciona; se mencionará también la situación física y operativa y se tendrá un espacio para hacer las observaciones que se crean pertinentes.

El efectuar el catastro de instalaciones y el inventario de equipos a los que se les proporcionará mantenimiento, nos permite conocer el medio o universo de acción que definirá el ámbito de dicha actividad. Una vez captado el catastro e inventario se procede a definir a que se le va a dar mantenimiento preventivo y a que mantenimiento rutinario.

En las figuras 2.4 y 2.5 se ejemplifica la forma de realizar éstas cédulas.

ii) Cuestionario guía de revisión de los equipos y de las instalaciones:

Tiene por objeto el ser un instrumento que permita efectuar las revisiones de acuerdo a un guión que considere condiciones y puntos específicos que deben revisarse en los equipos e instalaciones, de acuer-

CEDULA DE CATASTRO DE OBRAS E INSTALACIONES

AREA: 01 MUELLES

FECHA: 5 dic. 83

SUBAREA: 03 MUELLE DE ALTURA

REGISTRADA POR: EFD-FGB

(SAN PEDRITO)

A. CARACTERISTICAS FISICAS :

A.1 LOCALIZACION: PUERTO INTERIOR DE SAN PEDRITO.

A.2 MATERIALES: CONCRETO ARMADO

A.3 PERIODO DE CONSTRUCCION: FECHA DE INICIO: 1967 FECHA DE TERMINACION: 1969

A.4 AÑO DE INICIO DE OPERACION: _____

A.5 DIMENSIONES: LONGITUD DE LA ESTRUCTURA: 450.00m, ANCHO DE LA ESTRUCTURA: 22.50
ALTURA SOBRE NBMHI: 3.60m, PROFUNDIDAD UTIL: 11.40m AL NBMHI.

A.6 VIDA UTIL INICIAL: _____ ACTUAL: _____

A.7 VALOR ORIGINAL: _____

A.8 VALOR ACTUAL: _____

Figura 2.4

CEDULA DE CATASTRO DE OBRAS E INSTALACIONES

A.9 DESCRIPCION DEL AREA (REALIZADA POR COMPONENTE):

A.9.1: SUBESTRUCTURA : SE ENCUENTRA SOBRE BLOCK DE PIEDRA Y PILOTES
DE CONCRETO.

A.9.2: LOSA PAVIMENTO : DE CONCRETO ARMADO.

A.9.3: PARAMENTO : DE CONCRETO ARMADO

A.9.4: DEFENSAS : DE PATENTE, COLOCADAS UNIFORMEMENTE A LO LARGO
DEL MUELLE.

Figura 2.4

CEDULA DE CATASTRO DE OBRAS E INSTALACIONES

- A.9.5: BITAS : BITAS DE ACERO, SUJETAS EN SU BASE A PLACAS AHOGADAS EN LOSA DE CONCRETO Y FIJADAS CON PERNOS, PINTADAS CON ESMALTE ANTICORROSIVO.
- A.9.6: TOMAS DE AGUA. : REGISTROS CON CAJAS DE VALVULAS CON TAPA Y CONTRAMARCO METALICO.
- A.9.7: ILUMINACION : ILUMINADO POR LAMPARAS EXTERIORES APOYADAS EN LAS BODEGAS 1 y 2.
- A.9.8: VIAS DE FF.CC. : A LO LARGO DEL MUELLE CON RIELES DE ACERO; DURMIENTES, BALASTO, PLANCHUELAS Y GRAPAS, AHOGADAS EN CONCRETO.
- A.9.9: SEÑALIZACION DE AREAS : NO HAY.
- A.9.10: _____ : _____

CEDULA DE CATASTRO DE OBRAS E INSTALACIONES

A.11: _____:

A.12: _____:

B. CARACTERISTICAS OPERATIVAS:

B.1 : TIPO DE CARGA: GENERAL

B.2 : SERVICIOS QUE PROPORCIONA: AGUA POTABLE, ENERGIA ELECTRICA, ILUMINACION,
BITAS Y DEFENSAS.

C. SITUACION ACTUAL :

C.1 : FISICA: EN GENERAL SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES CON ALGUNOS PROBLEMAS
EN LAS TOMAS DE AGUA.

C.2 : OPERATIVA: ES BUENA

Figura 2.4

CEDULA DE CATASTRO DE OBRAS E INSTALACIONES

D. OBSERVACIONES:

D.1 : AUNQUE PRESENTA FALLAS MINIMAS, ES NECESARIO CORREGIRLAS MEDIANTE EL
PROGRAMA DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO, CON EL OBJETO DE QUE EL PUERTO OPE-
RE A SU MAXIMA EFICIENCIA, SEGURIDAD E IMAGEN.

CEDULA DE EQUIPO

AREA DE ASIGNACION: NO TIENE. FECHA 13-FEBRERO-1985
GRUPO: 01 TIPO: D REGISTRADA POR: PALMA VIVAS JOSE W.
EQUIPO: MONTACARGAS CAPACIDAD: 8,000 LBS MARCA: ALLIS CHALMERS MODELO: AC-P-80-MCD
Nº ECONOMICO: 012 D CLAVE: _____

A.- CARACTERISTICAS:

A1.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: CAPACIDAD DE LEVANTE: 8,000 LBS TRANSMISION: POR ENGRANES, EMBRAGUE:
AUTOMATICO, DIRECCION: HIDRAULICA LLANTAS: NEUMATICAS

A2.- DATOS DEL FABRICANTE: A.C. MEXICANA, S.A. CARRETERA CENTRAL KM 420 APARTADO POSTAL 454
TELEX: 0 13835 SAN LUIS POTOSI: TEL. 2-07-82.

A3.- FECHA DE ADQUISICION: 31 DICIEMBRE 1981 Nº DE SERIE: C.KKO - 8091

A4.- Nº DE SERIE MOTOR (ES): LD001 M 1536 HI P0137 (PERKINS 1981).

A5.- DIMENSIONES GENERALES: LARGO MAXIMO: _____ ALTURA: _____

A6.- ALTURA DE CLAROS Y ALCANCES: ALTURA MEDIANA: _____ ANCHO MAXIMO: _____

A7.- COMPONENTES PRINCIPALES: SISTEMA: EJE MOTOR Y DIFERENCIAL, FRENS, EMBRAGUE, ENFRIAMIENTO, ELEC-
TRICO, MOTOR, COMBUSTIBLE, HIDRAULICO, DIRECCIONAL, TRANSMISION.

A8.- ACCESORIOS: NINGUNO

A9.- VIDA UTIL INICIAL: 10 AÑOS ACTUAL: 7 AÑOS

A10.- VALOR ADQUISICION: \$ 946,993.48

A11.- VALOR ACTUAL: \$ 655,035.39

Figure 2.5

A 12.- DESCRIPCION DE SUS SISTEMAS FUNCIONALES COMPONENTES

A12.1.- EJE MOTOR Y DIFERENCIAL : STANDARD COMPACTO

A12.2.- FRENOS: HIDRAULICOS CON EQUIPO DE POTENCIA

A12.3.- EMBRAQUE : AUTOMATICO HIDRAULICO (CONVERTIDOR DE TORSTON)

A12.4.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO : POR RADIADOR DE AGUA, MANGUERAS, BOMBA, TERNOSTATOS, BANDAS

A12.5.- SISTEMA ELECTRICO: 1 BATERIA DE 12 VOLTS, ALTERNADOR DE MOTOR DE ARRANQUE

A12.6 - SISTEMA MOTOR : 4 EN LINEA DE DIFER. DE

A12.7 - SISTEMA COMBUSTIBLE : TANQUE DE ALMACENAMIENTO, BOMBA DE TRANSFERENCIA, FILTROS, BOMBA DE INYECCION
TUBERIAS, SEPARADOR DE AGUA.

A12.8 - SISTEMA HIDRAULICO : TANQUE DE ALMACENAMIENTO, FILTRO, TUBERIAS, BOMBA HIDRAULICA

A12.9 - SISTEMA DIRECCION : HIDRAULICA, BOMBA, CILINDRO DE CONDUCCION

A12.10 - TRANSMISION : POR ENGRANES.

A12.11 - GANCHOS, GRUA Y CADENAS SUSPENSION : NO TIENE.

A12.12 - CARRO GRUA : NO TIENE.

Figura 2.5

A12.13-PUENTE GRUA : NO TIENE.

A12.14-PARTE ELECTRICA GRUA: NO TIENE.

A12.15-VARIOS: _____

B - CARACTERISTICAS OPERATIVAS :

B1-TIPO DE CARGA : EN GENERAL

B2-FUNCIONES : CARGA, DESCARGA Y ARRASTRE.

B3-ESQUEMA OPERACIONAL DE ADSCRIPCION : AUTONOMO

C - SITUACION ACTUAL :

C1-FISICA : _____

C2-OPERATIVA : _____

Figure 2.5

D - OBSERVACIONES:

DI.-: _____

do a una secuencia ordenada, y poder así captar si se tiene un mantenimiento adecuado o si se requiere mejorarlo.

Se diseña bajo las recomendaciones del fabricante o constructor y se ajusta por el personal de la unidad de mantenimiento.

En caso de fallas detectadas se describen éstas. La mayoría de las verificaciones se hacen en forma visual a menos que se juzgue necesario realizar pruebas físicas; mediante ésta verificación visual se detectan necesidades de mantenimiento mayor.

Las revisiones consideradas serán periódicas conforme a las normas de frecuencia de inspección del puerto.

En las figuras 2.6 y 2.7 se muestra la forma de realizar dichos cuestionarios guías, tanto para instalaciones, como para equipo.

iii) Captación y determinación de las necesidades de mantenimiento:

Tiene por objeto señalar los daños o fallas y las necesidades de mantenimiento encontradas, partiendo del análisis de los elementos de información básicos de los cuestionarios guías.

En ella se describe la causa de la falla, cantidad representativa del tamaño de la reparación y costo unitario, grado de urgencia, tiempo de ejecución y responsable de la misma, así como repercusiones cualitativas en la operación del puerto.

Su utilidad además de identificar los componentes de los bienes que requieren reparación o prevención, es que contempla la estimación del monto de mantenimiento por concepto de mano de obra, materiales, partes y refacciones, la duración de las actividades y la canalización de los trabajos, todo lo cual establece una base para la formulación del programa anual tentativo.

En las figuras 2.8 y 2.9 se puede observar la forma en que se pueden captar y determinar las necesidades de mantenimiento.

A través de una inspección visual o de algunas pruebas sencillas se pueden valorar los siguientes parámetros:

- Estado aceptable

CUESTIONARIO GUIA DE REVISION DE EQUIPO DEL PUERTO DE

REVISION _____ DE _____ Figura 2.7 **GRUPOS DE EQUIPOS: MONTACARGAS DE TODO TIPO**
 FECHA _____ DE _____ DE _____ (Grupo 01) (incluyendo los adaptados a gas butano LP)
 EFECTUADA POR: _____ EQUIPO: _____ HOJA _____ DE _____
 CLAVE: _____

CLAVE		DESCRIPCION	REPARACION		NATURALEZA			OBSERVACIONES SOBRE LA FALLA Y/O DAÑO
SISTEMA FUNCIONAL	CONCEPTO		NO	SI	(1)	(2)	(3)	
01	01	-Comprobación de nivel y cambio de aceite del motor.						
01	02	-Comprobación y ajuste de los balancines y punterías del motor. (si es necesario)						
01	03	-Cambio de filtro de aceite al motor. ✓						
01	04	-Revisar o cambiar las bandas de ser necesario. ✓						
01	05	-Comprobación y ajuste de rpm (máx. y mín.) del motor.						
01	06	-Ajustar punterías al motor.						
01	07	-Medir compresión a cilindros del motor y anotar resultados. ✓						
01	08	-Apriete de tuercas y pernos del motor. ✓						
01	09	-Ajuste general o reparación parcial del motor. ✓						
01	10	-Comprobar y ajustar balancines y punterías motor. ✓						
02	11	-Revisión y apriete de las tuercas de sujeción de las ruedas.						
02	02	-Comprobar y poner a nivel el aceite del diferencial. ✓						
03	01	-Revisión y apriete del eje de la cruceta de soporte del motor.						
03	02	-Revisión y ajuste de terminales del juego del volante de la dirección. ✓						
03	03	-Ajustar, revisar o reparar conjunto del eje de la dirección.						
03	04	-Ajustar revisar y cambiar si es necesario pernos y rótulas de dirección.						
03	05	-Checar que en el sinfín de la dirección, esté el aceite a nivel.						

NECESIDADES DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

PUERTO:		FECHA:		EFECTUADA POR:										RESPONSABLE DE EJECUCION	REPERCUSIONES EN OPERACION		
C	L	A	V	RECOMENDACION DE MANTENIMIENTO O REPARACION	NUMERO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO TOTAL	COSTO UNITARIO	UNIDAD	COSTO	COSTO TOTAL			COSTO UNITARIO	
AREA	AREA	CONCEPTO	CAUSA														
		PIERTES PIVAS Y BIRQUES															
01	03	01	Intemperie	Reparar													
01	03	02	Intemperie	Reparar													Deterioro en la estabilidad de la estructura con consecuencias en la operacion
01	03	03	Intemperie	Reparar y Reemplazar				35000	35000								
01	03	05	Intemperie	Reparar y Reemplazar	P ₂	10					24000	E					
		PARAMENTO			Sin datos												
		INSTALACION HIDRAULICA															
01	03	43	Intemperie	Sustitucion de tuberia													
01	03	44	Intemperie	Sustitucion de tuberia													
01	03	45	Peso de carga	Reparacion													Mejor estado de tuberias y cable ranuras
01	03	47	Falta de mantenimiento	Reposicion y limpieza													
01	03	48	Falta de mantenimiento	Reposicion													
01	03	49	Falta de mantenimiento	Reposicion	64	1		325000	325000	1000		P					

CLAVES DE GRADES DE URGENCIA: E=EMERGENCIA P=PROGRAMADO
 CLAVES DE RESPONSABLES: 1=MAJOR 2=MEJOR 3=OTROS (ESPECIFICAR)
 CLAVES DE EJECUCION: A=ADMINISTRACION C=CONTRATO

Figura 2.8

HOJA: _____ DE _____

- Estado regular (requiere anticipar o intensificar su mantenimiento)
- Estado malo (requiere un pronto tratamiento pero puede seguir operando).
- Estado deplorable (requiere inmediata atención por encontrarse inutilizable).

iv) Actualización de los parámetros de programación utilizados en la formulación de los programas:

- Los criterios de Jerarquización de daños: Nos permiten asignar prioridad a las actividades con carácter de normal, urgente y muy urgente, ya que generalmente es mayor el trabajo de mantenimiento que se necesita o se desea dar a los equipos e instalaciones, que el que se puede hacer con los recursos y tiempo disponibles. (Fig.)

Parámetro	Grados de Afectación sobre los elementos de evaluación		
	Alto	Normal	Mínimo
Eficiencia	4	3-2	1
Seguridad	4	3-2	1
Imagen	3	2	1

Suma: Eficiencia + Seguridad + Imagen

Muy Urgente:	9 a 11
Urgente:	6 a 8
Normal:	3 a 5

- . Prioridad 1, actividades críticas ó muy urgentes: Tareas que son obligatorias para el buen funcionamiento del puerto, y que pueden paralizar las operaciones.

- . Prioridad 2 o actividades urgentes: Tareas de mantenimiento que deben completarse lo mas pronto posible y preceden al resto de las tareas excepto a las de prioridad 1.
- . Prioridad 3 o actividades normales: Tareas de mantenimiento interesantes pero que pueden realizarse cuando sea conveniente. Estas son las reservas de trabajo convenientes que estarán siempre dispuestas a llenar los altibajos de la mano de obra.

Debe de existir un remanente de mano de obra (entre el 15 y el 20 % de mano de obra total) asignado a actividades de prioridad 3 ya que sino el departamento de mantenimiento, siempre estaría retrasado de acuerdo al programa; con áste remanente será posible realizar redistribuciones periódicas de mano de obra para corregir los trabajos que queden retrasados en la programación y ajustar las condiciones mal estimadas o imprevistos.

En la figura 2.10 se tiene un formato para la deteminación de la prioridad de las actividades.

- Las recomendaciones de procedimientos de reparación: Deben considerarse solo como una guía en la inteligencia de que si se detecta un mejor procedimiento para realizar una reparación, deberá hacerse por éste último, registrándolo para incorporarlo en la siguiente versión de la tabla.

En las figuras 2.11 y 2.12 se muestra la forma en que pueden realizarse las recomendaciones de procedimientos de reparación, tanto de instalaciones como de equipos.

- Estadística anual de frecuencia de daños: Sirve para ajustar las normas de frecuencia de inspecciones, el costo de daños para prever los recursos para futuros siniestros y el de tiempo de ejecución para la programación de actividades.

Según vaya aumentando el banco de información sobre lo anterior se podrán construir histogramas, obtener parámetros estadísticos (Media, Moda, Varianza) y eventualmente seleccionar la distribución de probabilidades que mas se asemejen estadísticamente a la ocu-

Figura 2-10
CUADRO DE JERARQUIZACION DE DAÑOS

PUERTO: Moravia, Col

FECHA: 9 de Diciembre de 1972

HOJA 1 DE 2

AREA: Oz. Bodegas

SUBAREA: Bodegas 1 y 2

CONCEPTO	FALLA O DAÑO	REPERCUSION EN OPERACION	JERARQUIZACION				RANGO DE IMPORTANCIA
			EFICIENCIA	SEGURIDAD	MAEN	TOTAL	
Pintura	Repárese de pintura interior y exterior	Mala imagen de la instalación portuaria	2	2	4	8	Urgente
Señalización	Hace falta señalización de las áreas de almacenamiento	Mala distribución del área de almacenamiento	3	1	1	5	Normal
Instalación eléctrica	Se requiere reparar lámparas y chequear sistema eléctrico en general	Por visibilidad en el interior por no operar con seguridad sobre área de carga y descarga	4	3	1	8	Urgente
Puertas	Las puertas de madera requieren de chequeo general de mantenimiento y pintura	Mala imagen de la instalación así como un mayor riesgo al área de almacenamiento	3	1	1	5	Normal
Bodegas Plena	Hace falta la cobertura de los techos de PVC en bodegas plenas	Existe humedades en las paredes de la bodega	1	1	3	5	Normal
Iluminación	Se requiere cambiar las lámparas de motorista de alumbrado interior	Por visibilidad para operar mercancías con seguridad	3	4	1	8	Urgente
Sistema contra incendio	No cuenta con sistema contra incendio	No hay seguridad en caso de un conato de incendio	3	4	1	8	Urgente
Ventilación	No cuenta con ventilación natural	Baja el rendimiento de las operaciones por inhalación de gases y la multiplicación al afectar las mercancías	3	4	1	8	Urgente

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION

PUERTO: _____

AREA: SANITARIOS PARA
ESTIBADORES

FECHA: _____

HÓJA: _____

CONCEPTO	FALLA	CAUSA	PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
<u>INSTALACION HIDRAULICA:</u>				
Regaderas, W. C. Lavabos, Mingitorios	Fugas en válvulas o llaves, falta de llaves por extravío o robo, en la red de distribución posibles fugas.	Fugas por contener empaques gastados en válvulas o falta de soportes en la línea de distribución que causen movimientos en la misma produciendo fugas por las juntas, falta de llaves por robo o extravío y no se pueden cerrar perfectamente las válvulas.	Revisar donde se presente la fuga, cambiar los empaques necesarios, suministrar las llaves faltantes, revisar la sujeción que esté bien sujeta, revisar junteo en tubería y corregir fuga, sellando y corregir nivel de flotador en W. C.	Vigilar que se dé buen uso a las instalaciones, que estén bien cerradas las válvulas o flotador de W. C., que no falten llaves para poder cerrar o abrir correctamente las válvulas.
<u>INSTALACION SANITARIA:</u>				
Drenajes	Estancamiento de aguas jabonosas en zona de regaderas y lavabos.	Debido a sedimentos adheridos a las coladeras, producto de la solidificación y falta de limpieza.	Destapar coladeras y cespoles para quitar las sedimentaciones adheridas hasta que fluyan las aguas jabonosas.	Revisión y Limpieza constante para evitar la acumulación de sedimentos.
<u>INSTALACION ELECTRICA:</u>				
Lámparas	Lámparas fundidas, falsos contactos.	Deterioro por vejez, falso contacto de la instalación, debido a la oxidación en terminales.	Cambio de lámparas fundidas, limpieza de terminales para evitar cortos, limpieza de terminales.	Revisión periódica del buen funcionamiento de lámparas, apagadores y contactos.

Figure 2.11

frecuencia de daños para entonces aplicar criterios probabilísticos y trabajar con esperanzas de siniestros.

La frecuencia de daños, estadísticamente considerada, al ser evaluada en función de los costos asociados, permite, además de ser la referencia del presupuesto anual de conservación y mantenimiento, establecer programas de reducción de costos; dichos programas tienen como propósito lograr un equilibrio racional de los costos y la imagen y nivel de productividad deseados por la empresa y se apoyan en la evaluación de los costos adicionales de operación e ingresos dejados de percibir por suspensión y las reparaciones por mantenimiento correctivo, que representa un bajo o nulo mantenimiento, contra los costos por inversión en mantenimiento (alto mantenimiento), como son los costos propios de la planeación, desarrollo y administración de la función mantenimiento, los debidos a los programas de mantenimiento rutinario y preventivo de ello derivados y el nivel de productividad e imagen lograda.

Las estadísticas de frecuencia de daños y sus costos asociados, son también un claro indicador del momento más conveniente, económicamente para pensar en el reemplazo o reconstrucción de algún equipo ó instalación en particular en particular.

Para lo cual para cada bien físico se genera su propia gráfica de equilibrio en términos de sus costos particulares, según puede verse en la figura , donde las variables a considerar en este caso, son los costos generados o aplicados al equipo, su grado de deterioro y su vida útil efectiva. (Fig.

El establecimiento de operaciones actividades estandarizadas aunque sean en forma estimativa inicialmente complementadas con el análisis de tiempos y movimientos de los trabajos realizados posteriormente, permitirán una base de tiempos promedio para cada operación y por ende el costo asociado de mantenimiento y la posibilidad de realizar programas de reducción de costos.

Los tiempos estandar permitirán establecer programas de mantenimiento apegados a la realidad, cuyas restricciones estén representadas por la disponibilidad de recursos, especialmente horas-hombre y disponibilidad de taller.

La estadística anual de frecuencia de daños se realiza por medio de

dos formatos que se explican a continuación:

Registro auxiliar de daños: Cada equipo e instalación deberá contar con un registro auxiliar de daños, donde queden asentados los resultados de las inspecciones efectuadas, así como las reparaciones de mantenimiento preventivo y correctivo efectuadas.

Se anota información sobre las fallas y daños referente a la ocurrencia, monto de reparación (mano de obra y materiales) y repercusión en la operación, y consecuentemente promedios sobre la frecuencia, tiempo/costo de ejecución, así como de su incidencia en la operación, de los diferentes tipos de falla o daño que se presenten bajo el mismo patrón de comportamiento anterior. La información de la estadística anual de frecuencia de daños deberá ajustarse periodo a periodo por el efecto que sobre la ocurrencia de fallas y daños, tendrán las labores de mantenimiento preventivo de un año a otro.

En las figuras 2.13 y 2.14 se muestra la forma en que se realizan los registros auxiliares de daños, para instalaciones y para equipos.

Es importante porque con base en él se podrá determinar formas de falla, tendencias problemáticas, modificar las instrucciones de mantenimiento preventivo, tomar decisiones para el reemplazo de equipo y establecer las responsabilidades que corresponden.

También es valioso para prever las necesidades financieras y de mano de obra.

Algunas veces puede existir sin que sea obvio para los encargados una operación no adecuada del equipo o de la instalación, lo cual se detecta con éste registro.

A nadie le gusta el papeleo, pero los registros de mantenimiento al día, constituyen un elemento esencial para estar al tanto de las actividades y programas de mantenimiento, identificando las tendencias problemáticas e identificando las variables de costos; los registros no deben ser complejos pero si comprensibles, in-

REGISTRO AUXILIAR DE DAÑOS EN INSTALACIONES

CLAVE		COMPONENTE	DESCRIPCION DEL DAÑO	PERIODO DE INSPECCION	NO DE INCIDENCIA	FECHA			TIEMPO ENTRE DAÑOS (DIAS)	EJECUCION	REPARACION		REPERCUSSION EN OPERACION	
AREA	SUB-AREA					OCURRENCIA	REPARACION INICIAL	DAÑOS			REPARACION	EJECUCION	TIEMPO DE EJECUCION (DIAS)	COSTO
01	01	Defensas	Destrucción de llantas y cadenas	1°	1	1/8	1/8	20/8	-	Admón.	28	25000	52%	18,000/da 16,700/da 2,100,000
		Defensas	Destrucción de llantas y cadenas	2°	2	9/6	9/6	7/6	67	Admón.	25	250,000	52%	35,000/da 10,600/da 1,875,000
		Defensas	Destrucción de llantas y cadenas	3°	3	23/8	26/8	20/8	85	Admón.	25	775,000	56%	15,000/da 10,600/da 1,725,000
		Defensas	Destrucción de llantas y cadenas	4°	4	14/11	16/11	10/11	57	Admón.	34	200,000	50%	15,000/da 10,600/da 2,130,000
PROMEDIO ANUAL DE TIEMPO ENTRE DAÑOS - $67 + 85 + 55 = 69$ días 3														
PROMEDIO ANUAL DE COSTO DE DAÑOS - $2'100 + 1'875 + 1'625 + 2'550 = 2'000,000$ "" 4														
PROMEDIO ANUAL DE TIEMPO DE EJECUCION - $28 + 25 + 85 + 34 = 28$ días 4														

Figura 2.13

cluyendo toda la información necesaria, correcta y al día.

Es conveniente llevar un registro fotográfico de los trabajos de mantenimiento que se efectúen así como de los deterioros de importancia que se vean durante las inspecciones.

- Resumen de estadística promedio anual de frecuencia de daños: Resume los promedios de todas las fallas similares por grupo y sistemas funcionales o por áreas y subáreas, a manera de concentración de los parámetros de programación.

Contendrá el concepto o daño, su frecuencia anual referida al periodo de inspección, el costo promedio de la reparación y, de ser posible, su repercusión en la operación. En caso de no contar con suficiente información para estimar ésta última, se determinará en forma subjetiva.

En las figuras 2.15 y 2.16 se muestra la forma en que se realizan los resúmenes de estadísticas promedio anual de frecuencia de daños.

- Normas de frecuencia de inspecciones tanto para el mantenimiento rutinario, como para el preventivo:

Condicionan la periodicidad de visitas a las diversas áreas y subáreas para revisar el estado físico de éstas, así como revisar el estado del equipo existente, y evitar la presentación de siniestros inesperados que en algunos casos pueden tener repercusiones serias en la operación del puerto. Están relacionadas con las estadísticas de frecuencia de daños, por lo que según vayan mejorando dichas estadísticas, las normas se irán afinando hasta que dentro de un cierto periodo de tiempo y en caso de no haber cambios estructurales, se estabilizarán.

La periodicidad o frecuencia de inspecciones se define con base al tiempo de operación, tiempo calendario u operaciones especiales, y variarán de acuerdo a las condiciones locales, a la carga de trabajo, importancia de la instalación y a la disponibilidad de mano de obra y deberán llevarse a cabo en base a un plan calendarizado.

Sirve de base para programar las inspecciones de captación de neces-

ESTADISTICA PROMEDIO ANUAL DE FRECUENCIA DE DAÑOS

PUERTO: _____

FECHA: _____

AREA: _____

CONCEPTO	DESCRIPCION DE DAÑO	FRECUENCIA DE DAÑO PROMEDIO	REPARACION TIEMPO EJECUCION PROMEDIO	C C S T O REPARACION (POR SUBAREA)	REPERCUSION OPERACION
Puertas	Falta de nivelación, pintura y reparación de puertas.	6 meses	1 mes	250,000	No existe seguridad para la mercancía.
Sistema contra incendio	Falta equipo contra incendio, mantenimiento de instalación.	6 meses	1 semana	62,500	Falta de seguridad para la operación.
Techos	Goteras por corrosión	anual	2 meses	1'500,000	Daños a la carga.
Pintura	Requerimiento de pintura en interiores y exteriores.	anual	1 mes	2'500,000	Mala imagen para los usuarios.
Iluminación	Lámparas interiores y exteriores de mercurio fundidas.	3 meses	1 semana	1'000,000	Problemas de operación nocturna.
Señalización	Pintura del piso deteriorada y pintura de letreros.	anual	2 semanas	125,000	Falta de orden en el uso de áreas.

Figura 2.15

* No se incluyen los elementos no inspeccionados.

sidades de mantenimiento, al definir los parámetros normativos de frecuencia de inspección y consecuentemente las actividades de mantenimiento; permite a su vez establecer los criterios de jerarquización de fallas y daños, clasificación y canalización del trabajo, así como las recomendaciones técnicas para llevarlas a cabo.

La secuencia para el establecimiento de los parámetros de programación permite fundamentar la formulación de los programas anuales de mantenimiento, establecer los límites de referencia para su ejecución, con base en los parámetros vigentes del periodo anterior y actualizar los mismos en el periodo de que se trate.

Es importante hacer notar la necesidad de contar con los registros históricos de las actividades de mantenimiento, lo que resulta necesario para hacer un análisis estadístico y actualizar los parámetros de programación, tales como tipo, frecuencia y tasas de falla probable, es decir la frecuencia promedio en la que puede esperarse que ocurra una falla de un equipo o instalación específica, tiempo y costo de la reparación, refacciones, instalaciones y herramientas requerida para su atención y sobre todo el impacto de la falla en las actividades y resultados operativos del equipo y de la empresa.

En paralelo a la determinación de las tasas de falla, a través de los registros, se genera información que normará los criterios para determinar los posibles consumos individuales de partes, refacciones y materiales asociados a las revisiones y reparaciones, y para determinar el tipo de especialistas técnicos más necesarias para atender las necesidades de mantenimiento de acuerdo a las frecuencias.

Se deben tomar medidas inmediatas cuando haya situaciones que pongan en peligro la seguridad del personal o de la navegación o cuando hay la posibilidad de que se originen daños mayores; si la reparación está fuera del alcance del personal del puerto se deberá conseguir la ayuda de un contratista especializado.

Como todos los parámetros normativos, estas normas deben ajustarse periódicamente con las frecuencias de promedios de daños, presentadas en los años anteriores.

Deberán establecerse los parámetros de programación para el periodo inicial, atendiendo a las recomendaciones técnicas de los fabricantes

y a la experiencia del personal de mantenimiento respecto a la frecuencia de fallas en las instalaciones y el equipo, y se modificarán y actualizarán en los periodos siguientes.

En las figuras 2.17 y 2.18 se muestran los formatos para realizar las normas de frecuencia de inspección para las instalaciones y para el equipo.

iv) Elaboración de planos y croquis: Posteriormente se realiza una representación gráfica, en planos y croquis del puerto, de los daños encontrados en el recorrido, y se elabora una lista de todas las fallas.

v) Elaboración del anteproyecto de programa de mantenimiento: Se realiza con ayuda de los criterios de Jerarquización, de los costos de las reparaciones requeridas y esperadas, y del programa de inspecciones.

Sirve como base para justificar la solicitud de su autorización ante las autoridades correspondientes, y con base en él se realiza un antepresupuesto.

En la figura 2.19 se muestra la forma en que se elabora un anteproyecto de mantenimiento.

vi) Elaboración de un proyecto de programa de mantenimiento: Primeramente hay que contar con un anteproyecto. En base a la cantidad que se autorizó, hay que ver que acciones se realizan de acuerdo a su Jerarquización, posponiendo aquellas cuyo grado de urgencia sea menor. Teniendo ya la programación general, es necesario hacer una programación específica de las actividades a realizar dentro de cada una de ellas.

El objetivo final del programa es el de cuantificar los trabajos susceptibles de planear y de estimar aquéllos imprevistos, considerando sus recursos.

Debido a que los volúmenes de producción, los costos, los cambios en los planes administrativos y en el equipo fluctúan mucho, para programas de mantenimiento se usan presupuestos variables.

En base al proyecto se determinan cuales actividades se realizarán

NORMAS DE FRECUENCIA DE INSPECCION

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 AREA: BODEGAS Y CASSETAS

PUERTO: _____

FECHA: _____

Figura 2.17

ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
	CADA MES	CADA 2 MESES	CADA 3 MESES	CADA 4 MESES	CADA 6 MESES ANUAL
Revisión de columnas, zapatas, cadenas					X
Revisión de losas					X
Revisión de estructuras de acero					X
Revisión de pisos, muros			X		
Revisión e impermeabilización de techos					X
Revisión de puertas		X			
Revisión de ventanas			X		
Revisión de instalación hidráulica	X				
Revisión de instalación sanitaria	X				
Revisión de drenajes					X
Revisión de instalación Eléctrica			X		
Revisión de Iluminación	X				
Revisión de sistema contra incendio					X
Señalización de áreas					X
Revisión de sistemas de intercomunicación					X

NORMAS DE FRECUENCIA DE INSPECCION

FECHA: _____ DE _____ DE _____ GRUPO DE EQUIPOS: _____
 EFECTUADA POR: _____ Figura 2.18 PUERTO: _____ HOJA: _____ DE _____

CLAVE		DESCRIPCION	CADA	CADA	CADA	CADA	
SISTEMA FUNCIONAL	CONCEPTO		"C=100 Hr."	"B=500 Hr. 1"	"A=1000 Hr. 1"	"2000 Hr. 2"	
I		SISTEMA MECANICO					
01		Sistema motor					
	01	- Carter del motor (drenar y cambiar aceite)	X	X	X		
	02	- Refricadero del motor (limpieza o remplazo, según el caso)	X				
	03	- Filtro de aceite (reemplazo del elemento)	X	X	X		
	04	- Bandas del ventilador y generador (inspección y ajuste)	X				
	05	- Limpieza de la máquina con vapor o solvente		X	X		
	06	- Silenciador del escape (inspección de fugas y seguridad del montaje)		X	X		
	07	- Afinación del motor (en la cabeza del motor, verificación con ten- sómetro del apriete en la tuercas a la-presión correcta, inspección del empaque para detec- ción de fugas, inspección y limpieza de las válvulas de respiración; inspección de los mul- tiples de admisión y escape para control de po- sibles fugas o desajustes mayores, ajuste de la tolerancia de las válvulas)				X	

Figura 2.19

EJEMPLO ANTEPROYECTO					
RESUMEN PRESUPUESTAL					
(miles de pesos)					
AREA	SUBAREA	MUY URGENTE	RANGO URGENTE	NORMAL	T O T A L
TOTAL		--	<u>31'258.4</u>	<u>12'433.3</u>	<u>43'691.7</u>
01	01	--	3'812.5	50.0	3'862.5
01	03	--	3'720.0	228.0	3'948.0
02	01	--	6'165.5	1'181.3	7'346.8
02	02,03	--	9'331.0	2'362.5	1'693.5
02	04	--	7'820.4	1'693.8	9'523.2
03	02	--	225.0	6'312.5	6'537.5
04	01	--	175.0	--	175.0
06	01	--	--	42.0	42.0
06	02	--	--	42.0	42.0
07	01	--	--	218.8	218.8
22	01	--	--	302.5	302.5

con recursos propios y cuáles por contrato.

Se procede a lanzar los concursos, buscando que las erogaciones se apeguen a lo autorizado.

En la figura 2.20 se ejemplifica la forma en que se realiza un proyecto de mantenimiento en base a la cantidad autorizada.

. Presupuesto: Ha de basarse en los resultados anteriores, modificados en función de las previsiones futuras, en lo que respecta a utilización, inflación, gastos principales y objetivos. Es posible que a lo largo del año, según evolucione la situación, haya que revisar ocasionalmente el presupuesto, desglosado en función del tipo de mantenimiento.

En este documento se plasmarán todos los recursos humanos y materiales representados en términos monetarios, necesarios para satisfacer las necesidades de mantenimiento de un periodo determinado.

En la figura 2.21 se pueden observar los factores a considerar al elaborar un presupuesto.

g) Ejecución de los programas de mantenimiento:

Una vez concluida la fase de formulación de los programas anuales de mantenimiento y entrando de lleno en su fase de ejecución, es necesario establecer un sistema que permita controlar la aplicación de los programas a un nivel tal que se pueda efectuar un seguimiento apropiado en los aspectos operativo y de control de costos y presupuestos, como elementos de referencia, lo cual permitirá captar un volumen de información adecuado para efectuar la evaluación global del ejercicio desde diferentes puntos de vista, esto es tanto en lo programático como en lo operativo y en lo económico.

Los programas deben ser flexibles y susceptibles de adaptación al cambio ya que las condiciones anticipadas pueden cambiar, debido a cargas grandes de trabajo o situaciones imprevistas; en algunos puertos éstas situaciones representan el 60 % de la carga de trabajo de mantenimiento. Es conveniente establecer una programación sobre una base móvil.

Figura 2.20

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

RESUMEN PRESUPUESTAL ANUAL

(miles de pesos)

CONCEPTO	MUY URGENTE	URGENTE	NORMAL	TOTAL
TOTAL: (Asignación autorizada)				34' 472, 149
A. Mantenimiento Correctivo				28' 594, 249
- daños ocurridos (APY-)		25' 994, 249		25' 994, 249
- reparaciones eventuales (APY-)	2' 600, 000			2' 600, 000
B. Mantenimiento Preventivo				4' 629, 900
- reparaciones anuales esperadas (APY-)		4' 629, 900		4' 629, 900
- inspecciones				
C. Mantenimiento rutinario				1' 248, 000
- inspecciones			1' 248, 000	1' 248, 000
- limpieza				
<p>Teniendo ya la programación general por subáreas, es necesario hacer una programación específica de las actividades a realizar dentro de cada una de ellas.</p>				

PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

PUERTO: _____

FECHA: _____

SUBPROGRAMA: _____

HOJA: _____ DE _____

CLAVE		CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (pesos)	COSTO TOTAL (pesos)	JERARQUIZACION	
SISTEMA FUNCIONAL	NO. ECON.						TOTAL	RANGO
	1	PROGRAMA REHABILITACION				25,994,249		
		Programa Reconstrucción	montacargas	3	\$ 1'250,000	3'750,000		
		Programa Reparaciones	montacargas	9	-	7'381,874		
		Mano de Obra plantilla base	salarios	16 plazas	-	12'636,000	23'767,874	1
		Imprevistos	-	-	-	2'226,375	2'226,375	2
		ESTIMADO PARA REPARACIONES FORTUITAS	-	-	-	2'600,000	2'600,000	1
		TOTAL DEL PROGRAMA				28'594,249		

Figure 2.21

de 90 días a 12 meses, dependiendo del grado de cambio probable en toda la tarea de mantenimiento.

Una programación móvil se basa en una medida de tiempo divisible en tercios; el primer tercio (1 a 4 meses) debe ser firme y no sujeto a cambios excepto en caso grave, los dos tercios restantes son aproximados, haciéndolos lo más firmes posible en relación con los hechos conocidos cuando se efectúa la programación general.

El alcance y la eficiencia de una programación del mantenimiento quedan limitadas por el acierto de la orden de trabajo y los procedimientos de control, y de manera muy especial por el grado de exactitud de la planeación hecha.

i) Procedimiento de Ejecución:

- Calendarización del trabajo por contrato y por administración, así como de las inspecciones. En la figura 2.22 se puede observar un ejemplo de como calendarizar las actividades.
- Realización de concursos para obras por contrato.
- Firma de los contratos.
- Realización de las órdenes de trabajo (Figs. 2.23 y 2.24).
- Realización y supervisión de trabajos.
- Reportes de avances físico y financiero tanto de los trabajos por administración directa, como de los de contrato. (Figs. 2.25 y 2.26).

ii) Datos que necesita un programador:

Los programadores dependen por completo de los planeadores, para tener una información precisa; si ambos cuentan con una buena información la programación resultará acertada. Los datos que el programador necesita son:

- Orden de Trabajo: Quien autoriza, que autoriza, fechas de inicio y terminación del trabajo.

PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

TIPO DE ACCION: _____

AÑO: _____

HOJA _____ DE _____

Figura 2.22

AREA	ACTIVIDAD	ENERO	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
01	MUELLES												
	. Subestructura.				—				—				—
	. Defensas e iluminación.	—											
	. Superestructura e instalaciones eléctrica, hidráulica y de combustibles.			—			—			—			—
	. Bitas, argollones, cadenas, drenajes, sistema contra incendio y pintura.							—					—
	. Pintura en general.										—		

ORDEN DE TRABAJO

AREA	SUBAREA	CONCEPTO	TIPO DE DAÑO	PROGRAMADO	EMERGENCIA	No. ORDEN
01	01	Suministro y colocación de una defensa	Falta de llantas en una defensa del muelle		X	001
						FECHA: Junio 15, 1985

TRABAJO POR REALIZAR	MATERIAL NECESARIO
DESCRIPCION: Colocación de 4 (cuatro) Cf- lindras de plástico, por: - Un especialista - Un ayudante	DESCRIPCION: Llantas 1100 x 20 Cable de acero 1/8 Tuercas Pernos 1/2
MANO DE OBRA 8 horas 8 horas	CANTIDAD 4 peas. 5 mts. 8 peas 2 peas

FIRMA

FIRMA

AUTORIZADO JEFE DE UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Vo. Bo. ALMACEN

Nº. DE CUENTA *	CONCEPTO	MONTO *	FIRMA
3-01	COSTO DE MANO DE OBRA COSTO DE MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPO TOTAL	6,750.00	AUTORIZADO CONTABILIDAD
3-02		20,125.00	
5-03		3,875.00	
		30,750.00	

TRABAJO REALIZADO	FECHA DE INICIO	OBSERVACIONES
DESCRIPCION: Colocación de 4 (cuatro) llantas con cable de acero d: 1/8, por dos especialistas	FECHA DE TERMINACION	

* PARA SER LLENADO POR CONTABILIDAD

Figura 2.23

EJECUTADO POR:

ORDEN DE TRABAJO

GRUPO	SISTEMA	CONCEPTO	TIPO DE DAÑO	PROGRAMADO	EMERGENCIA	No. ORDEN
						FECHA:

TRABAJO POR REALIZAR		MATERIAL NECESARIO	
DESCRIPCION:	MANO DE OBRA	DESCRIPCION:	CANTIDAD

FIRMA
FIRMA

AUTORIZADO JEFE DE UNIDAD DE MANTENIMIENTO
Vo. Bo. ALMACEN

No. DE CUENTA *	CONCEPTO	MONTO *	FIRMA
	COSTO DE MANO DE OBRA		AUTORIZADO CONTABILIDAD
	COSTO DE MATERIALES		
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO		
	TOTAL		

TRABAJO REALIZADO	FECHA DE INICIO	OBSERVACIONES
DESCRIPCION:		
	FECHA DE TERMINACION	

* PARA SER LLENADO POR CONTABILIDAD Figure 2.24 EJECUTADO POR:

REPORTE DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO

PUERTO: MANZANILLO, COL.

FECHA: 13 JUNIO 1985

HOJA: 1 DE: 1

REALIZADO: RSW

Figura 2.25

MES DE: _____

AÑO: _____

CLAVE		CONCEPTO	UNIDAD AVANCE FISICO	PROGRAMADO				REAL				CAUSAS DE DESVIACION		
AREA	SUBAREA			AVANCE	FISICO		FINANCIERO		AVANCE	FISICO			FINANCIERO	
				MES	ACUMULADO	MES	ACUMULADO	MES	ACUMULADO	MES	ACUMULADO			
01	01	Realizar 4 visitas de inspección a los del muelle	inspects	0	3	0	19,500.-	0	2	0	19,500.-	Visita no realizada por retrasos en ejecución.		
01	01	Realizar 3 inspecciones de la subestructura	"	0	2	0	13,000.-	0	2	0	13,000.-			
01	01	Realizar 12 inspecciones de defensas	"	1	11	6,500.	71,500.	1	11	6,500.	71,500.			
01	01	Realizar 2 inspecciones de bits, argollas y cadenas	"	0	1	0	6,500.	0	1	0	6,500.			
01	01	Realizar 4 inspecciones instalación hidráulica	"	0	3	0	19,500.-	0	3	0	19,500.-			
01	01	Realizar 3 inspecciones de drenaje	"	0	1	0	6,500.-	0	1	0	6,500.-			
01	01	Realizar 4 inspecciones Instalación eléctrica	"	0	3	0	19,500.-	0	3	0	19,500.-			
01	01	Reparación y mantenimiento de defensas	pza	0	60	0	1,250,000.-	4	56	350,000.-	4,900,000.-	Retrasos debido a falta de materiales		
01	01	Resaca en el piso de concreto	m ²	0	500	0	1,500,000.-	0	500	0	1,500,000.-			
01	01	Revisión y Colocación de ancladores	pza	0	1	0	7,500.-	0	1	0	7,500.-			
01	01	Reposición y mantenimiento de arrollones	pza	0	30	0	375,000.-	0	3	0	375,000.-			
01	01	Pintura en línea de conducción de agua	m	0	200	0	100,000.-	0	200	0	100,000.-			

- Plan de Trabajo: Especialidades que se necesitan, horas-hombre requeridas y en que etapa.
- Informe de mano de obra disponible: Por semana y por áreas o grupos de mantenimiento.
- Informe de acumulación de órdenes: Trabajos no determinados por áreas ó grupos, con un estimado de horas-hombre. Se deben resaltar programas que se han prolongado demasiado y los estancamientos existentes ó potenciales para que se emprenda una acción correctiva de los mismos. Es conveniente elaborar una lista semanal de trabajos pendientes y analizar si se pueden hacer o hay que recurrir a contratistas.
Un exceso de trabajos pendientes es un indicativo de que habrá demoras en la ejecución del trabajo autorizado, con probables perjuicios para la buena operación y funcionamiento del puerto.
- Informe de situación de materiales: Dado por el almacén, y con él se sabrá con que se cuenta para realizar los trabajos autorizados.
- Programa de Operación: Una copia del programa de operación tanto del equipo como de las instalaciones. Mediante dicha copia se puede programar la reparación del equipo ó de las instalaciones si éstas están ociosas y evitar así el paro de las operaciones.

h) Técnicas de Planeación:

Las técnicas de planeación más conocidas son:

- i) Gráfica de Gantt y su complemento
- ii) Método de la ruta crítica (CPM)
- iii) Diagrama de Barras
- iv) Revisión de evaluación de programas (PERT)

El más utilizado de todos es el método de la ruta crítica que concluye en el diagrama de barras; es un método efectivo para lograr la secuencia lógica de actividades, pero requiere de algunas consideraciones

como son:

- Las actividades, secuencias, tiempos y costos deben ser enunciadadas por uno o mas expertos.
- El programador no necesariamente es un experto técnico en el proyecto a programar.
- Se deben considerar las potencialidades del personal propio y externo (contratistas) y los recursos técnicos y económicos de los mismos para obtener resultados reales y no ideales.
- Lo importante de un programa no consiste necesariamente en que se cumpla al pie de la letra, sino que se sepa porque, cuando, de quién es y de costo fué la falla, así como su magnitud y repercusión. Conocido ésto resulta fácil tomar decisiones correctivas.
- La retroalimentación continua al programa es indispensable, si se omite invariablemente deja de funcionar como elemento de control.

Una eficiente planeación debe concluir en la realización de las acciones programadas y la consecución de los objetivos preestablecidos, lo cual unicamente puede ser logrado mediante una estrecha supervisión del desarrollo de actividades, la evaluación de los resultados que se obtengan y una constante acción ejecutiva para encauzar el rumbo de las acciones de mantenimiento.

Un mantenimiento planeado no es un sistema infalible, pero sí una herramienta para mejorar la calidad del mantenimiento.

3) Organización:

Define la estructura organizacional de la unidad de mantenimiento en función de las actividades de planeación y control, así como de las especialidades técnicas que se requieren para ejecutarlo y de los recursos disponibles. Una eficiente organización comprende un conjunto de autoridad, funciones y responsabilidades bajo una estructura práctica que permita una adecuada relación y coordinación de sus elementos (humanos y materiales).

La organización es importante ya que un puerto es mas eficiente en la me-

didada en que es más organizado, pero hay que enfatizar que no hay un arreglo organizacional que pueda ser usado en todos los casos, ya que no hay dos puertos iguales; para cada puerto habrá que determinar su propio organigrama, que es el medio por el cual se aprecia con claridad la organización implantada en la unidad de mantenimiento y la manera como el personal está vinculado y comunicado.

Algunas de las diferencias que deben considerarse para la elaboración del organigrama son:

- Tamaño del puerto: Área de tierra o agua, inversión, longitud de atraque, tonelaje manejado. Un puerto pequeño asignará mayor responsabilidad individual ya que cuenta con menos empleados, con menor especialización; un puerto grande requerirá de una organización descentralizada compuesta por varias estructuras que realicen el mismo trabajo en diferentes lugares.
- Tipo de operaciones que se llevan a cabo en el puerto.
- Tipo de carga que se maneja: General, contenerizada, unitizada, granel seco, granel líquido.
- Localización geográfica: Mar, lago, río, agua dulce o salada.
- Políticas sobre el mantenimiento: Por el propio puerto o a contratistas.
- Clase de puerto: Básico (No necesita casi departamento de mantenimiento), Complejo (Necesita un departamento con personal calificado), Industrial.
- Clase de servicios que proporciona: Luz, Agua, Gas, Alcantarillado, etc.
- Clase de equipo: Básico (Aquel cuyas refacciones pueden comprarse fácilmente en el mercado), de diseño especial (Grúa portacontenedores, chasis, montacargas frontales, etc.).
- Continuidad del trabajo: El horario de trabajo, la organización de turnos, así como los días laborables a la semana, afectarán la magnitud de la fuerza de mantenimiento y la estructura de la organización de supervisión.
- Calidad y disponibilidad de la mano de obra: Estos aspectos pueden variar de un lugar a otro y deben considerarse al diseñar una organización, debido al efecto en la cantidad de supervisión, así como en las acciones de adiestramiento.

a) Organización del departamento de mantenimiento:

Para el mejor desempeño de las funciones de mantenimiento a desarrollar dentro de un puerto, es indispensable conocer su organigrama. Para que el organigrama de un puerto sea de utilidad, es indispensable que sean establecidas las líneas de autoridad, funcionalidad y responsabilidad, definiendo así la coordinación entre ellas, procurando la mas adecuada división del trabajo y el mayor rendimiento posible, con base en los objetivos comunes, por lo tanto es indispensable conocer las interacciones departamentales.

i) Consideraciones para la organización del departamento de mantenimiento:

La organización del departamento de mantenimiento es específica en cada puerto y para ello hay que considerar:

- División razonable y clara de la autoridad sin entrecruzamientos con otros departamentos o muy pocos.
- Líneas verticales de autoridad y responsabilidad lo mas cortas posibles, para lograr una buena comunicación.
- Mantener la cantidad óptima de personas que informen a un solo individuo.
- Que los puestos sean ocupados por las personas adecuadas, para una operación mas eficiente del departamento.

ii) Estructura orgánica de la unidad de mantenimiento:

La estructura orgánica que se propone para la unidad de mantenimiento es:

- Jefatura de la unidad de mantenimiento que se encargará de planear, formular, ejecutar, controlar y evaluar los programas de la unidad de mantenimiento.
- Sección de equipo portuario: Se encarga de realizar eficientemente los trabajos de mantenimiento general del equipo portuario, ya sea mecánico o eléctrico, así como aditamentos y herramien-

tas que se requieran.

- Sección de instalaciones portuarias: Se encargará de los trabajos de mantenimiento de todas las instalaciones como son civiles, eléctricas, hidráulicas, sanitarias, vías de ferrocarril, e instalaciones auxiliares y especializadas.
- Almacén de materiales y refacciones que se encargará del suministro y distribución de dichos elementos para llevar a cabo el mantenimiento.

Dentro de la estructura de la unidad de mantenimiento debe haber una persona responsable de la función de mantenimiento tanto de equipo como de las instalaciones, que debe comunicar al jefe de la unidad de operaciones, las actividades que se van a realizar, a fin de evitar que surjan conflictos de intereses dentro de la organización.

b) Plantilla mínima inicial:

La plantilla mínima inicial para la unidad de mantenimiento estará integrada por los siguientes puestos:

- Jefe de la unidad de mantenimiento
- Jefe de la sección de equipo portuario
- Jefe de la sección de instalaciones
- Jefe de almacén
- Electricista-instalaciones y sistemas eléctricos
- Plomero
- Herrero
- Carpintero
- Maestro albañil
- Pintor
- Mecánico en gasolina
- Mecánico diesel
- Electricista de equipos
- Soldador
- Hojalatero
- Pintor-Equipos

- Ayudante

Hay que disponer por lo menos de una persona con conocimientos sobre cada una de éstas áreas, para dar asesoramiento y dirigir las reparaciones.

Por razones de seguridad y de eficacia siempre habrá que prever la posibilidad de tener por lo menos dos personas en cada lugar de trabajo, ya que hay muchas actividades que solo pueden realizarse con dos personas o que por lo menos resulta mucho más fácil así.

En las figuras 2.27 y 2.28 se muestran dos ejemplos de organigramas, el primero para el caso de puertos pequeños, el segundo para el caso de puertos grandes.

c) Responsabilidad del Mantenimiento:

Uno de los aspectos esenciales que debe estar presente al diseñar y establecer una organización, es la delegación de autoridad, ya que a través de ésta, se adquiere una responsabilidad del subalterno con su superior, en el sentido de realizar bien sus labores y lograr así los objetivos generales del puerto.

Es importante que queden claramente definidas y limitadas las funciones y responsabilidades de cada miembro de una organización; de ésta manera se evitan malos entendidos y confusiones que pueden deteriorar el funcionamiento correcto y satisfactorio de las relaciones con otras unidades del puerto.

La responsabilidad se divide en dirección recibida, dirección de otros, seguridad de otros, valor del equipo, valor del material.

Todo trabajo de mantenimiento debe de originarse en un documento para evitar realizar labores sin importancia, innecesarias o no autorizadas y contar con un registro de las tareas.

La delegación de autoridad, la aceptación de responsabilidad, y una estructura orgánica eficaz, es lo esencial para que todo se lleve a cabo y así obtener los resultados esperados.

ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO EN PUERTOS PEQUEÑOS.

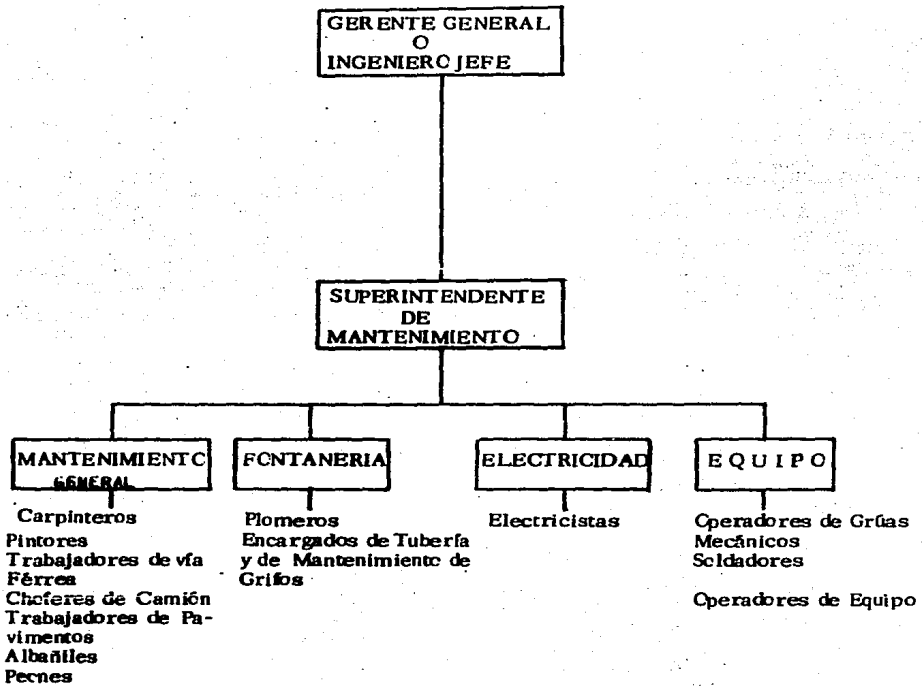


Figura 2.27

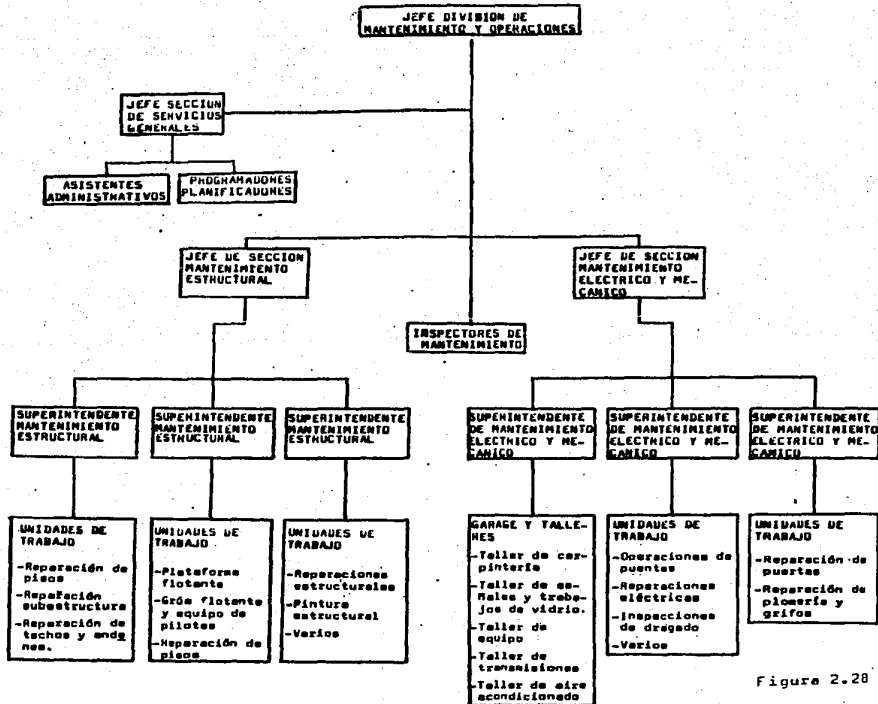


Figura 2.28

d) Puestos:

Es indispensable conocer con toda precisión lo que cada trabajador hace y las aptitudes que requiere para hacerlo bien, además los trabajadores realizarán mejor y con mayor facilidad sus labores si conocen con detalle cada una de las operaciones que las forman y los requisitos necesarios para hacerlas bien. El puesto debe especificar los derechos y obligaciones del trabajador.

El análisis de puestos no es solamente la recopilación de los datos sobre lo que hace una persona determinada en un puesto dado, sino la comprensión total, tanto de cada una de sus funciones en particular, como formando parte de un sistema para ver la repercusión que el puesto tenga en éste y así valorar dicho puesto con mayor exactitud.

Lo importante es el puesto, el cual necesita un mínimo de requisitos, y no la persona que lo vaya a ocupar, esto permite que las personas cambien y el puesto continúe sus funciones.

Si la contratación de personal no se apega estrictamente en los perfiles de los puestos, la eficiencia y productividad del personal se reflejará en errores serios y costosos en el mantenimiento. Se tiene el recurso del adiestramiento que puede aliviar un poco este riesgo, pero si el personal carece de bases elementales, ni éste medio puede solucionar la problemática.

i) Criterios para la selección de personal para un puesto:

- Capacidad o conocimientos: Son los antecedentes escolares requeridos del trabajador de mantenimiento, así como la experiencia en el trabajo y la habilidad para llevar a cabo las tareas inherentes al empleo.

La habilidad manual es la capacidad de hacer el trabajo con exactitud, rapidez y bajo condiciones complejas.

Combinada con los conocimientos, la capacidad es el más importante criterio para juzgar la mayoría de los trabajos de manteni-

miento.

- **Esfuerzo:** Se subdivide en esfuerzo mental y esfuerzo físico; de éstos el esfuerzo mental es más difícil de determinar cuando se analiza y evalúa determinado trabajo. Por lo general, el mental tiene que ver con tipos y magnitudes de problemas que se tienen que resolver en el curso del desarrollo del trabajo.
- **Responsabilidad:** Se relaciona con la importancia relativa del trabajo, es una medida de las probabilidades de error y de las consecuencias del mismo, en términos de costo y de seguridad.
- **Condiciones de trabajo:** Tiene que ver con lo agradable o desagradable del medio en que aquél se desarrolla y con los riesgos de seguridad a que el trabajador se ve sujeto en el desempeño de su labor.

e) Comunicación:

La comunicación es un aspecto muy importante dentro de la organización, ya que al no existir, las acciones se paralizan, aún cuando se hayan trazado los mejores planes, determinados propósitos y contratado personal; todo esto de nada servirá si no hay una buena comunicación.

El proceso de comunicación debe tener líneas de mando cortas y con un mínimo de entrecruzamiento, para evitar confusión y conflictos.

La comunicación comprende transmisión y recepción, y debe haber entendimiento tanto del que transmite como del que recibe el mensaje para que exista una buena comunicación.

La comunicación dentro de una organización, se deberá generar en dos sentidos: vertical (para dictar órdenes y para rendir informes) y horizontal (transpaso de información entre el personal de departamentos del mismo nivel).

La comunicación en el puerto se lleva a cabo a través del establecimiento de un sistema de información, constituido por una serie de documentos de trabajo; pocos documentos no permiten un control adecuado y

demasiados ocasionan complejidad burocrática que obstaculiza el buen funcionamiento de la organización.

Hay que tener presente que la comunicación no es un fin, sino un mecanismo administrativo con el objeto de dirigir con acierto.

4) Dirección:

Es la responsabilidad de la efectiva y eficiente realización de los planes de acción. La autoridad va íntimamente ligada a la responsabilidad; cada cargo tiene su propio nivel de autoridad y a mayor jerarquía, mayor responsabilidad.

Un buen director de mantenimiento relega responsabilidades, además deberá ser un ejecutivo con personalidad y alta capacidad técnica y administrativa, con habilidades para el ejercicio del liderazgo y la comunicación, debe asumir la responsabilidad de mejorar las condiciones del puerto, no nada más en su campo de acción sino en toda ocasión y condición que su relación con el puerto se lo permitan, aprovechando cuando hace ampliaciones o da mantenimiento a una instalación ó equipo mejorar su diseño y el proyecto original.

a) Funciones de la Dirección de Mantenimiento:

- Dirigir la elaboración del anteproyecto general para el mantenimiento y conservación de obras e instalaciones.
- Establecer el control adecuado para verificar la correcta aplicación del presupuesto asignado para el mantenimiento y conservación de obras e instalaciones.
- Supervisar la elaboración de manuales de procedimientos para cada uno de los tipos de mantenimiento.
- Realizar estudios de precios y costos unitarios para cada uno de los trabajos de mantenimiento.
- Informar al director de las actividades realizadas.

b) Reportes a la dirección:

Los reportes de rendimiento y efectividad que el Director General debe recibir por lo menos son:

- Presupuesto de abastecimiento y desembolso (Civil, Mecánico y Eléctrico)
- Lista de proyectos que se están llevando a cabo con objetivos y porcentajes de avances de trabajos.
- Porcentajes de disponibilidad por grupos de equipos o áreas de instalaciones, con una lista de unidades que han estado fuera de servicio por mucho tiempo y dar las razones.

5) Coordinación:

El estado actual de las instalaciones, obras y equipos de los puertos en general, refleja entre otras, la necesidad de tener mayor coordinación institucional para darles mantenimiento con el fin de proporcionar un mejor y mayor servicio a los usuarios y consecuentemente de mejorar su imagen. La coordinación de funciones permite evitar la duplicidad de las funciones.

6) Control:

Es una componente de la administración que inicia su participación en la planeación y aparece como consecuencia de la dirección. Resulta como un factor estratégico necesario para evitar desviaciones que pudieran afectar o distraer los planes y objetivos preestablecidos. Deben diseñarse los elementos y formas para controlar recursos, acciones y programas.

El control nos da idea del estado físico de las instalaciones. Garantiza que las inversiones realizadas o a realizarse sean redituables al puerto ya que evitarán baja eficiencia y demoras.

La importancia del control es que registra hechos y problemas que afectan las operaciones y productividad del puerto, además de que determina medi-

das para mejorarla, planificando futuros requerimientos.

Una manera de realizar un control en una forma breve es aprovechar la información acumulada mediante los servicios de mantenimiento para identificar los equipos e instalaciones que ocasionan mayores problemas y gastos en el mes anterior.

Se lograrán buenas medidas económicas si el mantenimiento se concentra en aquellos equipos que hayan causado el mayor tiempo de paro, aquellas instalaciones que presentan mas deterioros, en los diez que originaron mayores gastos y en los que estuvieron fuera de operación mayor numero de veces. Mediante una acción correctiva inmediata y concentrada en esos bienes físicos de actuación deficiente, el número de ellos que hacen subir los costos puede ser reducido en forma radical. Con lo anterior la dirección podrá saber rapidamente los costos de paros anormales, pudiendo tomar medidas correctivas.

Los controles deberán implementarse conforme lo demandan las necesidades de operación del puerto.

a) Controles de mantenimiento:

i) Control del Trabajo

Los reportes de avance mensual real deben compararse con el trabajo planeado para detectar fallas. El resumen mensual debe dar:

- Horas de Operación
- Horas de mantenimiento clasificadas en preventivo, correctivo y rutinario.
- Costos de mantenimiento incluyendo mano de obra y materiales.

Es necesario tener control de los trabajos y comparar las condiciones reales y efectivas con una meta. Los beneficios que se derivan de medir los trabajos de mantenimiento son un desempeño mejor a costo mas reducido, una disminución en las demoras, una reducción del tiempo de paro y un perfeccionamiento del mantenimiento preventivo.

ii) Ordenes de Trabajo:

Son aquellos documentos que tienen por objeto especificar actividades de mantenimiento, de tal manera que proporciona: un costo del servicio, datos sobre los cuales se prepararán las demandas de material, instrucciones de trabajo y asignaciones de tareas al personal y al equipo. Una vez que ha sido ejecutado el trabajo, las órdenes se emplean para el control del trabajo y para la distribución de los gastos.

En las órdenes de trabajo se debe especificar quién autoriza, qué autoriza y fechas de inicio y terminación del trabajo.

Se debe realizar un concentrado diario de las órdenes de trabajo, lo cual servirá para gestionar y coordinar los diferentes recursos, así como la priorización del trabajo diario.

iii) Control del Trabajador:

- En lo Administrativo: Hora de entrada, ausencias, incapacidades médicas, permisos personales y vacaciones.
- En lo técnico: Grado de capacitación, necesidades de capacitación, disponibilidad de trabajo, motivación, calidad de su trabajo y rendimiento.

iv) Control de la Mano de Obra:

Es uno de los aspectos más difíciles de controlar en el puerto, ya que varían con el tipo de trabajo, el tipo de equipo, el adiestramiento y la disponibilidad de personal calificado.

El Jefe de mantenimiento debe garantizar que su área tenga el número de técnicos activos necesarios o afines a la carga de trabajo diaria, así como la calidad que obtenga de ellos para que su labor sea confiable. Será necesario programar vacaciones, horarios y cursos de capacitación.

Las dos principales funciones del control de la mano de obra son:

- Registro de la mano de obra: Tiempo por empleado y por trabajo, y los tiempos muertos.
- Ajuste de la Mano de Obra: Mediante el registro y análisis de la información de la mano de obra que participa en los diferentes trabajos a desarrollar en el mantenimiento se obtienen rendimientos reales que permiten estimar con mayor precisión los trabajos por realizar.

Los informes de control relacionan condiciones reales a un desempeño tipo o esperado, midiendo las desviaciones de los objetivos. Los tiempos tipo no deben alterarse por causa de unos resultados no satisfactorios, más bien debe tratarse de descubrir la razón de un desempeño deficiente, y efectuar las correcciones necesarias en métodos, herramientas, procedimientos, adiestramiento, etc.

Se necesita una atención especial a los controles de procedimientos y análisis del costo en el caso de la mano de obra de mantenimiento, ya que ésta es de ordinario mucho más difícil de controlar para el ingeniero, que el material y los gastos generales de mantenimiento.

Es factible lograr un estrecho control del costo de la mano de obra de mantenimiento recurriendo a la aplicación de normas de trabajo para las distintas operaciones de esa función.

v) Control de Materiales:

Conocida la problemática e inventariados los bienes, se deben establecer los máximos y mínimos de materiales, partes y refacciones necesarias para el mantenimiento preventivo y el correctivo programado, cuyo control se lleva a cabo por medio de almacén (salida), su aplicación (orden de servicio) y presentación del elemento sustituido. Esto servirá para elaborar el programa anual de gastos.

vi) Control de Costos:

Este se hace imprescindible por su apoyo en la toma de decisiones. De aquí parte en alto grado la resolución de corregir o dar de baja un equipo o instalación.

La incidencia de falla, el costo y la eficiencia, muchas veces deter-

mina entre otros factores, la selección o preferencia por una determinada marca de equipo o una cierta instalación. Asimismo el control de costos nos lleva a seleccionar proveedores y contratistas. Se necesita un resumen mensual de todos los gastos por unidad y de los gastos totales, para llevar un control de costos.

vii) Control de Operaciones:

Este control se refiere a la existencia del proyecto del "Programa Anual de Mantenimiento" del puerto, debidamente aprobado. La calendarización del programa mencionado estará a cargo de la oficina técnica y de planeación, quien dará a conocerlos a los encargados de las secciones operativas de la unidad de mantenimiento.

viii) Control de avance de obra:

Es un documento que permite determinar día a día el costo de lo programado. Es muy importante su empleo, ya que con base en él se podrán hacer los pagos y las medidas correctivas que se ameriten.

ix) Informe de avance financiero:

Este documento permite saber los montos devengados en el periodo de trabajo y los conceptos por los cuales se ejecutaron, lo cual permitirá determinar a futuro las necesidades de capital y las fechas probables de asignación.

x) Control de rezagos:

Es un documento que permite concentrar las diferentes órdenes de trabajo, ejecutadas y pendientes, correspondientes a las diferentes áreas de la unidad de mantenimiento, con la idea de determinar los recursos necesarios para cubrir a tiempo dichas órdenes y los periodos en los cuales se requerirá.

xi) Reporte diario del operador:

Es el documento de enlace entre el trabajador de mantenimiento y el operador; se hace por escrito una descripción de los detalles de las

fallas que presenta el equipo que opera cuando ocurre un desperfecto.

xii) Bitácora de obra:

En éste documento se indican todos los eventos ocurridos diariamente en cada área de la unidad de mantenimiento.

xiii) Requisiciones:

Son los documentos utilizados para solicitar al almacén las partes, materiales y refacciones necesarias para realizar los trabajos de mantenimiento especificados en las órdenes de trabajo. En éste documento se deberá especificar claramente la cantidad y calidad de lo solicitado, así como la fecha en que deberá proveerse.

xiv) Vales de salida:

Es el documento con el cual el empleado saca del almacén tanto sus instrumentos de trabajo, como las partes, materiales y refacciones necesarias para ejecutar el trabajo encomendado. En algunas ocasiones se emplea un vale de entrada al almacén para regresar el material sobrante.

xv) Control de equipo:

Con éste control se obtienen datos para realizar lo siguiente:

- Detección de partes débiles de los equipos
- Clasificación de materiales
- Clasificación del trabajo
- Determinación de rendimiento
- Costeabilidad de las reparaciones
- Programar actividades y costos
- Tomar decisiones para trabajos de mantenimiento

En la figura 2.29 se muestra la interrelación que existe entre los diferentes formatos de planeación, organización y control.

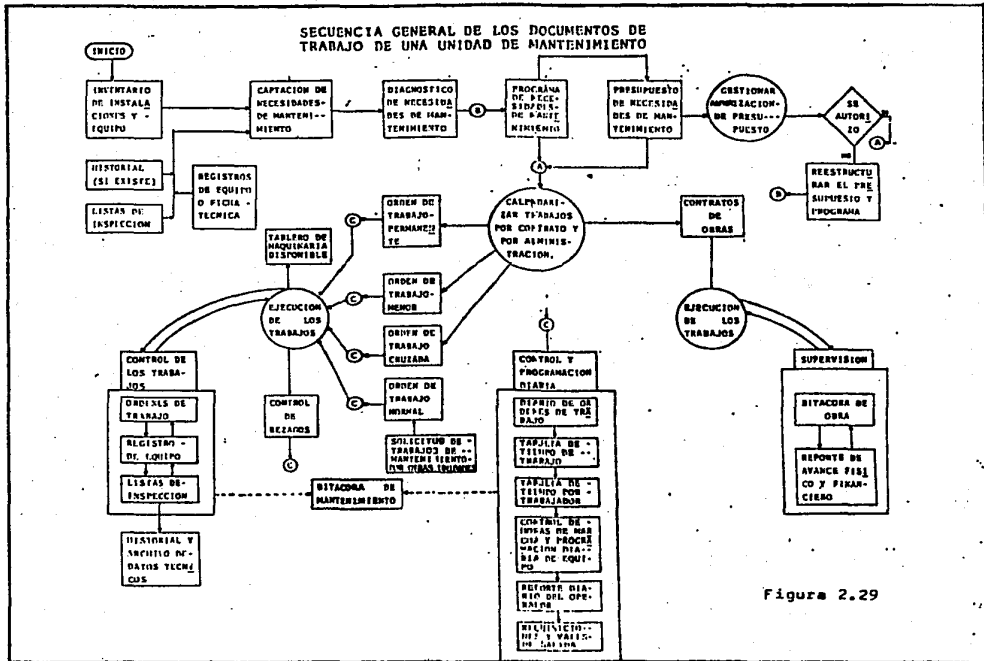


Figura 2.29

b) Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento (ICGM):

Se ha ideado un índice de clasificación de los gastos de mantenimiento (ICGM) para ayudar al jefe de mantenimiento a hacer que la autorización de los gastos de mantenimiento se base en reglas mas equitativas y lógicas.

El ICGM consiste en una clave (vincula capacidad, beneficio y confiabilidad), el costo calculado de reparación, y un factor de trabajo que toma en cuenta el aumento del costo diferido, el de producción perdida, el de calidad, el de trabajo extraordinario y el riesgo en cuanto a seguridad.

El ICGM es un índice de clasificación cuantitativa de los gastos de mantenimiento, procedentes de valores numéricos computados por cada pieza de equipo o unidad en la organización y cada trabajo o proyecto de mantenimiento a realizar. La combinación de las dos partes proporciona una determinación cotidiana de cuáles trabajos de mantenimiento hacer primero.

La predicción de los proyectos mas importantes con bastante anticipación, y la asignación de números del ICGM, ayudará a la dirección del puerto a proporcionar los fondos necesarios con todo tiempo, evitándose así los casos de urgencia.

El sistema ICGM debe ser adaptado a cada puerto según el momento.

Las fórmulas del ICGM ayudan a fijar los patrones necesarios y contribuyen notablemente a mejorar las decisiones de la administración de mantenimiento y a impulsar las funciones de producción y mantenimiento.

El ICGM tiene como finalidades fijar la importancia relativa de los trabajos de mantenimiento, día a día, con el fin de que los de mayor importancia sean programados y terminados antes, y ayudar a la administración de la corporación a asignar fondos correctamente, para solventar los gastos de mantenimiento.

Es inevitable que sea mayor el trabajo de mantenimiento que se necesita o desea realizar, que el que se puede hacer con los fondos disponibles, con los recursos humanos con que se cuenta, o con el tiempo que se tiene, lo cual significa que no hay más remedio que demorar algunas órdenes de trabajo. Pero el problema de cuanto mantenimiento hacer, y dónde y cuándo, aumenta en magnitud debido a una creciente mecanización, mayores costos, exigencias mas estrictas, competencia mas intensa, etc.

La situación relativa de la importancia del trabajo y la importancia del equipo, tiene que considerarse día con día, pues de lo contrario es

probable que el esfuerzo de que se dispone sea empleado en forma impropia y que el trabajo crítico no sea terminado con oportunidad.

Las consideraciones básicas y típicas para la clasificación de equipos e instalaciones son el monto de la capacidad usada, rentabilidad e importancia de ellos, en relación a otros que afecte.

Las claves del equipo o instalación deben tomar en cuenta los porcentajes de utilización y de rentabilidad, así como el factor de proceso.

A cada uno de estos factores corresponde una escala numérica igual con una participación igual en la elaboración de la clave, con lo cual cada equipo o instalación puede compararse cuantitativamente con los demás.

La lista que tabula estas claves en orden de clasificación numérica es de utilidad como instrumento para determinar las unidades que tienen mayor importancia, dicha lista indica la importancia relativa de la totalidad de sus componentes.

Además de clasificar el equipo e instalaciones, es indispensable determinar la importancia relativa de los trabajos específicos de mantenimiento. La finalidad del enfoque a base de elementos de trabajo consiste en suministrar una guía lógica y práctica, que permita evaluar cada trabajo específico.

El factor de trabajo estándar del ICGM involucra costo de mantenimiento diferido, costo de producción perdida, costo de calidad, mano de obra en exceso y una clasificación de seguridad.

La consideración básica para la fijación de los factores del ICGM, es el costo, porque la ejecución del trabajo de mantenimiento causa gastos y pérdidas en la producción, y el no hacer el trabajo involucra un costo potencial mucho mayor debido a pérdidas en la producción, mayores costos de mantenimiento, perjuicios al equipo e instalaciones y descenso de la producción. La evaluación de estos factores en cada caso de trabajo permite establecer comparaciones entre las distintas tareas, sobre una base lógica.

La mayoría de los factores son tangibles y sujetos a una evaluación cuantitativa. El hecho de que existan algunos factores parcialmente intangibles, como son los riesgos de seguridad, no disminuye la importancia de un desarrollo lógico de los factores que pueden ser medidos con bastante exactitud.

Una reconstrucción muy costosa puede ser pospuesta por un lapso considerable, hasta que el costo probable de no efectuar el trabajo se aproxime al de hacerlo. Durante ese periodo de espera se pueden hacer otros trabajos menos costosos, y los beneficios de estas tareas efectuadas serán acumulativos.

La clasificación de la clave de trabajo comprende una apreciación de los siguientes factores:

- Aumento en el costo de mantenimiento diferido
- Costo de producción perdida
- Costo de calidad
- Costo de mano de obra excesiva
- Clasificación de seguridad.

La suma de la calificación correspondiente a cada una de estos cinco factores, da el factor de trabajo que, junto con la clave de equipo, determina el ICGM.

El ICGM se elabora de la siguiente manera:

El producto de los puntos de factor de trabajo y la clave de equipo establece el ICGM. Obsérvese que la magnitud de las cifras ICGM puede cambiarse modificando los puntos asignados a los factores.

El ICGM constituye un instrumento consistente para facilitar la toma de decisiones en problemas de mantenimiento. Ayuda a hacer mas objetivas las decisiones sobre prioridades entre departamentos. El índice es además una base común dentro del puerto para una mejor comprensión. Además el ICGM se ajusta a sí mismo. La clave de equipo puede cambiar si la misión del equipo o instalación cambia, si existen nuevos equipos o instalaciones, si nuevas operaciones modifican las necesidades de equipo, o si los cambios en volumen de la producción afectan su importancia. La clave se ve modificada en cada labor o proyecto. De aquí que al cambiar las circunstancias que afectan el mantenimiento, es probable que tenga que cambiar también el índice. Como es fácil tenerlo al corriente, siempre será un medio dinámico de control administrativo.

c) Procesamiento electrónico de datos en el mantenimiento:

El sistema de procesamiento de datos entraña la programación, separación, combinación, sumarización, organización y reorganización de datos de mantenimiento, en cualquier forma que se desee.

A menudo es la única solución lógica al problema de registro de datos. Bajo ciertas circunstancias, algunos de los procedimientos en el renglón de mantenimiento, se pueden llevar mejor a cabo en forma manual que por procesamiento de datos, pero la rapidez y exactitud de las computadoras hablan mas bien en favor de ese sistema, que de los procedimientos manuales. Otros factores a considerar son el tamaño de la organización, el volumen de la documentación, la oportunidad de los informes y el potencial de ahorro que radica en una coordinación mejor. En los puertos modernos la creciente importancia de contar con información importante en una situación problemática se debe tomar en cuenta.

Mientras mejor sea la organización, mayores serán las ventajas que el equipo presentará. Pero como quiera que sea, un sistema de información por procesamiento electrónico de datos no será mejor que los datos que se le alimenten.

Una microcomputadora moderna es relativamente barata y no exige grandes conocimientos. Se puede utilizar para reunir los datos y luego recuperarlos a voluntad en cualquier forma que se desee.

d) Indices de control de mantenimiento:

El costo creciente del mantenimiento ha hecho que se enfoque la atención a mejorarlo, medirlo y controlarlo. Para ese efecto se han elaborado indices que sirven para relacionar el costo del mantenimiento con otros factores, y ver la forma de controlar y/o reducir su costo.

Los directivos del mantenimiento, continuamente buscan indicadores eficaces que les permiten medir el costo del mantenimiento y reflejan los esfuerzos hechos para controlarlo. Ningún índice considerado aisladamente es eficaz, sino solo en combinación con otros. Por otra parte, tienen un doble papel: indicar mejoramientos en el desempeño de mantenimiento, o la posición relativa con respecto a un punto de referencia.

Al recurrir a los datos para elaborar los índices de control, es indispensable efectuar ajustes en los factores conocidos y medibles, que van a influir en el índice que se calcula.

Los índices de control suelen trazarse en forma gráfica, comparándolos con el tiempo calendérico. Esto se hace diaria, semanal, trimestral o anualmente. A menudo se recurre a promedios móviles, cuando los datos fluctúan mucho en periodos breves. También se suelen trazar varios índices a la vez, con una misma escala de tiempo. Esto facilita comprobar con facilidad las tendencias de varios indicadores en cuanto al grado de coincidencia.

Otra forma práctica de emplear los índices de control consiste en preparar un perfil de varios índices. Pero para ello es necesario seleccionar algunos dignos de confianza, prácticos, para cada uno de los cuales se hayan fijado puntuaciones óptimas, las cuales sirvan de metas u objetivos que se puedan cotejar periódicamente.

i) Índices de control en una situación típica:

En una situación típica pueden servir los siguientes ocho indicadores, seleccionándose una puntuación óptima para cada uno:

- Pronóstico de eficacia.
- Cúmulo de trabajo de mantenimiento
- Tiempo extra
- Tiempo de paro
- Variación de presupuesto
- Desempeño de mano de obra
- Costo de mantenimiento
- Costo administrativo de mantenimiento.

ii) Indicadores amplios:

- Razón entre el costo de mantenimiento y el de producción.
- Razón entre el costo de mantenimiento y el valor de la instalación
- Razón del costo de mantenimiento por unidad.

iii) Indicadores de carga de trabajo:

- Trabajos pendientes en proceso.
- Total de trabajos pendientes.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento rutinario.
- Trabajo asignado, o trabajo de area.

iv) Indicadores de Planeación:

- Trabajos terminados según programa.
- Pronóstico de la eficacia.
- Planeación de horas de mantenimiento.
- Trabajo de urgencia.
- Horas extraordinarias.
- Aplicación de normas.
- Tiempo de paro.

v) Indicadores de la productividad:

- Personal de mantenimiento ocupado en forma productiva
- Eficacia en el trabajo.
- Métodos
- Costo de la mano de obra de mantenimiento, comparado con el del material para la misma.
- Costo de mantenimiento por unidad de producción
- Número de gentes de mantenimiento, comparado con el de operarios del puerto.

vi) Indicadores de Costo:

- Porcentaje de costo directo y general de mantenimiento, sobre el costo total de mantenimiento.
- Porcentaje de costos indirectos de mantenimiento, sobre el costo total de mantenimiento.
- Porcentaje de la nómina de mantenimiento.
- El costo real de mantenimiento comparado con el presupuestado
- El costo de administración del mantenimiento, como porcentaje del costo total de mantenimiento.
- El costo de mantenimiento como porcentaje del costo del trabajo en proceso.

CAPITULO III. TIPOS DE MANTENIMIENTO

En la medida que crece la organización del puerto se tornan complejos los trabajos de mantenimiento, por lo cual hay necesidad de clasificarlos.

El mantenimiento se puede clasificar de acuerdo a su frecuencia o periodicidad, por su grado de urgencia, por su grado de dificultad, en función de quien lo ejecuta.

Antiguamente el mantenimiento se hacía en la medida que surgían las necesidades y no existía un plan que reflejara objetivos claros, en la actualidad, con la mecanización de las operaciones, los trabajos de mantenimiento se han vuelto complejos, por lo que requieren de una planeación metódica.

A) Clasificación dependiendo de su frecuencia o periodicidad:

Dependiendo de la frecuencia o periodicidad de realización de los trabajos de mantenimiento, se clasifica en:

1) Mantenimiento rutinario o de servicio:

Es el que se aplica a diario tanto a las instalaciones como a los equipos y tiene como finalidades mejorar la imagen del puerto ante los usuarios de tal forma que se genere un incremento en las operaciones mediante una mejora de las condiciones físicas de las instalaciones y equipos.

En las instalaciones el mantenimiento depende del tipo de estructura; un ejemplo de mantenimiento rutinario es el que se aplica en:

- Bodegas: Limpieza general de los pisos, puertas, iluminación etc.
- Cobertizos: Limpieza de pisos, eliminación de posibles obstáculos que entorpezcan las maniobras
- Edificios Administrativos: Limpieza de los pisos, ventanas, puertas, iluminación, aseo de los baños, escaleras, etc.
- Vías de Ferrocarril: Limpieza y engrasado de cambios y vías.

- Equipos: Revisar a diario el nivel del aceite, el nivel de combustible, nivel del agua, presión del aire de los neumáticos, carga de los acumuladores, etc.

El mantenimiento rutinario no cuenta con un fondo para inspecciones, ya que se considera que los inspectores de mantenimiento preventivo al realizar su labor, pueden también realizar las de mantenimiento rutinario.

La limpieza de las instalaciones y equipos es un punto primordial en el programa de mantenimiento rutinario y se refleja en la disminución de su deterioro, además de que facilita la detección de fallas que se pueden ir presentando por causas diversas y que oportunamente permite su localización, y el desarrollo de las acciones pertinentes para su corrección inmediata. La limpieza crea un ambiente agradable de trabajo para todos los que laboran en el puerto, motivándolos a ser ordenados; también la limpieza refleja una imagen de eficiencia al usuario y visitante que en forma automática se marca en respeto al puerto y a su personal.

Se debe contar con personal suficiente para limpieza, así como suministrar y distribuir recipientes de basura.

2) Mantenimiento Preventivo-Predictivo:

El mantenimiento preventivo-predictivo es la detección de posibles fallas en su fase inicial ó su corrección antes de que se presenten paros imprevistos o depreciación perjudicial de los bienes físicos, desarrollándose con base en un programa establecido y haciendo uso de las técnicas de probabilidad y estadística para estimar la fecha de falla.

Sobre esos cálculos se planea detalladamente la reparación escogiendo una fecha oportuna, disponiendo la existencia de materiales y mano de obra, y es fácil ver que en ésta forma la reparación será mas corta ya que se predijo la falla y se previno la interrupción inesperada que hubiera causado una reparación de emergencia con todos los inconvenientes y problemas que suele traer esta situación, y con ello se logra mayor eficiencia a un menor costo.

Se hace uso del parámetro "Frecuencia de falla", que es las veces que falle en un año. Sus actividades son programables y pueden determinarse con base en cuestionarios o guías de verificación y revisión de obras ci-

viles, instalaciones y equipos a través de las cuales pueden evaluarse sus condiciones. (Fig.)

Las recomendaciones del fabricante son un buen punto de partida para preparar un sistema de mantenimiento preventivo, pero hay que tener presente que el fabricante no paga el mantenimiento, por lo que tiende a recomendar un mantenimiento preventivo excesivo, para que dure más el equipo.

Un buen programa de mantenimiento preventivo-predictivo se debe iniciar desde el diseño del equipo o de las instalaciones.

Este tipo de mantenimiento considera actividades con un nivel de reparación menor.

Obviamente el mantenimiento preventivo reduce la carga de trabajo del mantenimiento correctivo. A medida que el mantenimiento preventivo toma su puesto, el tiempo de la carga del trabajo correctivo se cambia de tenerlo que hacer cuando se presente a hacerlo cuando convenga, con lo cual las actividades pueden ejecutarse en forma más eficiente y a un costo más bajo.

Los dos factores que determinan si es conveniente llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo son:

- El costo del programa comparado con la reducción de los costos de reparación y mejora de las operaciones.
- El porcentaje de utilización del equipo e instalaciones que son mantenidas.

El logro de la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, a través de una justificación económica, es raramente factible, ya que el impacto inicial refleja una elevación de los costos. Se debe determinar cómo y dónde empezar, lo cual debe considerarse que es demasiado complicado aplicar este sistema a todo el puerto de una sola vez y que es mejor implantarlo en forma gradual, empezando por aquello que más lo necesite, ya que esto le permitirá obtener resultados más significativos y en forma más rápida. Las verdaderas economías aparecerán más tarde a medida que el

programa de mantenimiento entre en pleno funcionamiento.

La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo se vuelve mas necesaria mientras mas mecanizado y automatizado sea el equipo o instalaciones, y mayor el valor de las mismas.

El mantenimiento preventivo tiene como finalidades:

- Reducir al mínimo las interrupciones y la depreciación excesiva resultantes de negligencias, no permitiendo que ningún equipo o instalación llegue al punto de ruptura.
- Aumentar la eficiencia de operación mediante la disminución del tiempo empleado en reparación.
- Contar con la cantidad y calidad de los recursos para llevar a cabo el mantenimiento en forma programada.
- Disminuir el número de reparaciones de urgencia.
- Disminuir los costos de mantenimiento y el tiempo de paro en las operaciones por medio de inspecciones, arreglos y reparaciones controladas, para asegurar un continuo funcionamiento del equipo y de las instalaciones.

El programa de mantenimiento preventivo debe incluir:

- Una inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir situaciones defectuosas que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial, aplicando las recomendaciones de los fabricantes y expertos, así como la experiencia del personal que usa u opera las instalaciones y equipo.
- El mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

Generalmente este tipo de mantenimiento no requiere de herramientas, personal y facilidades especiales.

El ingeniero de mantenimiento debe promover que se establezca y se aplique un catálogo de cuentas contables para poder cuantificar el problema y poder encontrar soluciones económicas; también debe hacer uso de técnicas administrativas que le permitan, no solo establecer un sis-

tema de mantenimiento predictivo-preventivo, sino también un medio de adelantarse al futuro y desarrollar oportunamente su departamento, en función de lo que necesitará el puerto en un plazo determinado.

a) Seguridad:

Un aspecto que no se debe descuidar en un programa de mantenimiento preventivo es de que el trabajo sea realizado bajo condiciones y métodos de seguridad, usando ropa y equipo adecuados. Las normas de seguridad deberán estar por escrito en un manual.

Nunca se deben escalar recursos para corregir situaciones de operación anormal de algún equipo o instalación, que comprometan la seguridad de personas.

b) Beneficios de un buen programa de mantenimiento preventivo:

- Se disminuye el tiempo ocioso, así como pagos por tiempos extras en todo lo que se refiere a economías y beneficios para los clientes, debido a menos paros imprevistos.
- Se incrementa la vida útil de los bienes físicos.
- Se logra uniformidad de la carga de trabajo y consecuentemente disminución en costo, ya que las inspecciones a instalaciones y equipos se pueden hacer con base en un programa..
- Se tiene menor número de reparaciones a gran escala y repetitivas, y menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo.
- Se disminuyen los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos, debido a la menor fuerza de trabajo, a las pocas técnicas empleadas y a la menor cantidad de materiales que se necesitan para los paros planeados en relación con los no previstos.
- Se tiene menor necesidad de equipo en operación reduciendo con ello la inversión de capital.

- Se identifican las partidas con los altos costos de mantenimiento, lo cual lleva a investigar y corregir causas como aplicación inadecuada, abusos del operador u obsolescencia.
- Se reducen los costos de inventarios, ya que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y los que se usan poco.
- Se cambia de un mantenimiento deficiente de paros a un mantenimiento programado menos costosos, con lo que se logra mejor control del trabajo.
- Se mejoran las condiciones de seguridad para el personal y para la carga.

En pocas palabras los beneficios del mantenimiento preventivo son los mismos que los que se reúnen en cualquier puerto, con un buen mantenimiento, además de las economías que resultan de una mayor eficiencia en las operaciones y de disminuir los costos totales. Un buen programa de mantenimiento deberá producir beneficios superiores a los costos.

Si se permite que el equipo o las instalaciones se deterioren sea por un falso sentido de economía o por una producción muy presionada, es preciso trazar un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla, ya que es necesario llegar a una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de mantenimiento preventivo.

No en todos los puertos podemos esperar iguales beneficios, ya que ellos estarán sujetos al tipo de administración, equipos y sistemas operativos del puerto, cuanto más mecanizado es un puerto, más necesita las ventajas del mantenimiento preventivo.

Como ejemplo de actividades de mantenimiento preventivo se pueden mencionar el cambio periódico de todos los focos, de las cadenas que sujetan las defensas, pintura de las estructuras metálicas, etc.

3) Mantenimiento Correctivo

Es la corrección de fallas cuando éstas ya se presentaron, y consiste en la reconstrucción ó rehabilitación parcial o total de las instalaciones y/o equipos así como corregir situaciones de fallas repetitivas en el equipo o en las instalaciones, detectadas durante el mantenimiento preventivo, lo cual puede implicar modificación del diseño de la instalación o la sustitución del equipo. La solución de éstos problemas repetitivos redundará en una disminución de los costos de mantenimiento.

Se debe justificar técnica y económicamente, lo cual es frecuente en aquéllos casos en que no hay espacio para nuevas instalaciones o es difícil la adquisición de reemplazo; en otras ocasiones es mejor diseñar una nueva instalación o comprar un nuevo equipo que reparar los existentes. Se deben evitar los costos de mantenimiento excesivos en unidades que requieren de reemplazo.

El mantenimiento correctivo cambia las condiciones de funcionamiento del equipo ó área a reparar.

Al presentarse una situación de emergencia se distrae al personal y a las herramientas asignadas al mantenimiento preventivo, con el consiguiente retraso de actividades; la carga de trabajo del mantenimiento correctivo es variable, debido a que se trata generalmente de actividades no previstas.

Para un mantenimiento correctivo eficiente es necesario contar con un suficiente grupo de especialistas con gran experiencia y con una reserva de refacciones y materiales lo suficientemente amplio para resolver en cualquier momento alguna falla que se presente.

El mantenimiento correctivo será conveniente aplicarlo en aquellos equipos o instalaciones que por su tamaño e importancia resulte más económico esperar a la falla para repararla, que montar todo un sistema para evitarla, especialmente cuando son instalaciones de uso esporádico.

Algunos trabajos de mantenimiento correctivo son por ejemplo reparaciones mecánicas y eléctricas de montacargas, tractores, grúas, camiones, o reparaciones menores y mayores a instalaciones como bodegas, cobertizos, patios de almacenamiento, vías de acceso y circulación, vías ferreas, lo-

sas de concreto, etc.

a) Programa de mantenimiento correctivo:

El programa de mantenimiento correctivo debe basarse en la urgencia de realizar las actividades, ya sea por los movimientos de carga previstos en el año para el puerto, como por la programación del suministro de recursos. Se recomienda hacerla por grupos de equipo o áreas de instalaciones; en casos especiales se pueden hacer excepciones, como es el caso de instalaciones eléctricas o de aire acondicionado que requieren de personal muy especializado.

Aunque se haya tomado la decisión de montar y ejecutar un sistema de mantenimiento preventivo, nunca dejará de existir el mantenimiento correctivo, ya que los imprevistos se presentarán de cualquier manera, por deficiencias en la operación, mala calidad de los materiales, negligencias o desconocimiento del personal o por situaciones no detectadas en las inspecciones preventivas y que el desperfecto que causen se tendrá que corregir. Estas actividades no programadas no deberán sobrepasar el 30 % del total de las actividades de una unidad de mantenimiento, de lo contrario será muy difícil que se logre exitosamente los objetivos de la unidad.

B) Clasificación por su grado de urgencia:

Por su grado de urgencia los trabajos de mantenimiento se clasifican en:

1) Trabajos de emergencia:

Son aquéllos que requieren una atención inmediata debido a que detienen la producción o afectan la seguridad del personal y/o del equipo e imagen del puerto.

Por lo menos un miembro de la unidad de mantenimiento tendrá que estar disponible en todo momento para tomar las decisiones urgentes que se precisen.

2) Trabajos Normales:

Trabajos necesarios para conservar las instalaciones y equipos en forma funcional, así como la reparación de fallas reportadas pero que no afectan directamente la producción o la seguridad del personal y/o equipo.

El grado de urgencia se determinará con base en los criterios de Jerarquización de daños, vistos en el inciso de planeación y programación del capítulo 2.

C) Clasificación por su grado de dificultad:

Por el grado de dificultad de las reparaciones el mantenimiento se clasifica en mantenimiento menor y mantenimiento mayor.

Para diferenciar el nivel de reparaciones del mantenimiento mayor del menor, se recurrirá al carácter estructural del daño de las instalaciones y en el caso de los equipos, del costo y facilidades técnicas necesarias para ponerlos nuevamente en servicio o para rehabilitarlos bajo actividades planeadas y programadas.

En el caso de las instalaciones portuarias, cuando existan necesidades de mantenimiento mayor, el departamento de mantenimiento deberá efectuar las gestiones necesarias para que las entidades competentes (Dirección General de Obras Marítimas, Comisión Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales de México, etc.) lo lleven a cabo bajo su responsabilidad.

D) Clasificación en función de su ejecución:

Otra clasificación del mantenimiento es en función de su ejecución, es decir si el personal que efectúa el mantenimiento es propio o no, y puede ser:

1) Interna:

Se efectúa con personal y recursos propios del puerto.

a) Ventajas de realizar el trabajo con recursos propios:

- Disponibilidad oportuna del servicio.
- Corto tiempo de reacción en caso de urgencia.
- Autodesarrollo tecnológico.
- Desarrollo de simplificación y sustitución.
- Un probable mejor control de calidad.

2) Externa:

Cuando se contratan los servicios del personal independiente del puerto para realizar el mantenimiento.

Generalmente se hace uso de éste tipo de servicios cuando se requiere personal y/o equipo especial, cuando hay premura de tiempo o cuando es una actividad poco frecuente o de gran volumen para realizarla con personal propio.

En los trabajos de mantenimiento se tienen épocas de mayor carga de trabajo, las cuales si se intentaran cubrir con los recursos humanos propios ocasionaría una nómina muy alta durante todo el año. Esto se puede solucionar apoyándose en los trabajos por contrato, en aquellos casos donde las actividades de mantenimiento sean específicas y se realicen en periodos de tiempo cortos; el empleo de contratistas ayudará a terminar los trabajos sin descuidar el mantenimiento rutinario.

La cantidad óptima del trabajo por contrato variará de acuerdo al puerto, el concepto de que se trate y a los requerimientos de recursos (humanos, de taller y herramental, refacciones, materiales y presupuestales; que se tengan, pero una situación que se considera adecuada es que el mantenimiento rutinario y preventivo sean realizados con recursos propios, y gran parte del mantenimiento correctivo por contratistas.

El contratista deberá elegirse en base a la disponibilidad, organización, carácter, experiencia, situación financiera y habilidad administrativa.

El problema de la contratación eventual es la dificultad de obtener personal con experiencia y habilidad necesaria; para trabajos repetitivos, los trabajadores internos de mantenimiento, tendrán una mayor habilidad y experiencia para realizarlos, que la que se pueda obtener de los trabajadores de un contratista, en cambio para trabajos eventuales que se realizan una sola vez el contratista tendrá trabajadores mejor calificados.

a) Ventajas de hacer uso de contratistas:

- Garantía
- Personal Capacitado
- Posibilidad de cambiar de proveedor
- Costo solo por servicios realizados
- Simplificación administrativa
- Liberación de tensiones por exceso de trabajo
- Mejor atención a otras tareas de mantenimiento

Es importante que cuando se haga uso de contratación de personal externo al puerto, exista personal de la empresa de servicios portuarios supervisando que los trabajos se estén llevando a cabo de acuerdo a las especificaciones de tiempo y estándares de calidad establecidos en el contrato.

Gran parte del éxito del mantenimiento dependerá de encontrar equilibrio entre las actividades que deben ser realizadas con personal propio y las que deberán ser hechas por contratistas.

CAPITULO IV. MANTENIMIENTO A INSTALACIONES PORTUARIAS:

A) Materiales mas usados en la construcción de instalaciones portuarias, y sus problemas de mantenimiento.

Los materiales usados en la construcción de las instalaciones portuarias deben poseer durabilidad, resistencia a la corrosión y a los ataques de microorganismos que se encuentran en el medio ambiente.

1) Madera:

Ha sido desde la antigüedad el material mas usado en la construcción de todos los elementos constitutivos del puerto.

La madera que se emplee deberá ser de grado estructural poseer el menor numero de nudos o cualquier otro defecto que afecte su resistencia.

Debido a los altos riesgos que se corre con el uso de la madera como son los incendios, la vulnerabilidad al ataque de los microorganismos e insectos y al cambio de mareas, nos lleva a un incremento del mantenimiento correctivo y este a su vez nos eleva los costos de mantenimiento.

En la actualidad el uso de la madera se ha restringido a la construcción de marinas para embarcaciones deportivas y en la construcción de muelles pesqueros.

En lo que respecta a ataque por incendios, a la fecha no hay ningún tratamiento químico realmente efectivo para eliminar este problema ya que la mayoría de los tratamientos duran 2 a 5 años.

La putrefacción de la madera se puede prevenir evitando su contacto con el agua y con el aire, o mas practicamente, impregnándole preservativos químicos, como es la creosota que se le inyecta a presión y ayuda a preservarla de los microorganismos.

Dependiendo de las especies de madera, del lugar donde se use, la vida de las estructuras de madera puede variar, desde tan solo un año, para maderas suaves en climas tropicales, hasta una vida casi ilimitada para ciertas maderas usadas en climas menos hostiles.

En la zona que estará bajo la influencia de las mareas se puede proteger con láminas de zinc, lo cual evitará la putrefacción prematura de la madera.

Otro problema que se tiene al usar estructuras de madera es que con el tiempo, sus miembros pueden sufrir acortamientos o deformaciones, que se pueden traducir en problemas para la estabilidad.

Las estructuras de madera se revisarán al menos una vez cada seis meses, procediendo a corregir de inmediato cualquier defecto que se encuentre.

2) Acero:

Desde principios del siglo XX las estructuras de acero han sido usadas en las instalaciones del puerto ya que son una buena solución para la construcción de edificios industriales, especialmente cuando se tienen grandes claros, además de su resistencia y su facilidad para instalarlas.

Para estructuras terrestres es ideal ya que se le puede cambiar de localización de acuerdo al desarrollo del puerto y solo se pierde el dado o cimentación corrida de concreto.

Los muros de contención hechos de tablaestacas de acero ancladas, se han utilizado frecuentemente como muros de muelles y deben recomendarse especialmente cuando la altura del muelle no tiene que ser excesivamente grande y hay un suelo de arena.

Una estructura de acero expuesta al aire húmedo y salino que existe en la mayoría de los puertos sufre los efectos de la corrosión, que la puede afectar gravemente. Otro factor que acelera la corrosión es una alta temperatura del ambiente; recientemente el problema de proteger el acero en el agua de mar ha sido solucionado con medidas de protección desde su construcción. El grado de corrosión varía de un lugar a otro.

En muchos sitios se emplean pinturas especiales y se han creado productos con excelentes propiedades protectoras. Sin embargo dichos recubrimientos se deterioran por lo cual se hace difícil conservar las estructu-

ras de acero en buenas condiciones en un ambiente húmedo.

Una posibilidad que se ha planteado es la de diseñar la estructura teniendo en cuenta un ritmo de corrosión, basado en experiencias anteriores, y prever un espesor suplementario de acero para que pueda soportar los desgastes de la corrosión por algunos años (40) y todavía quede metal suficiente para soportar fácilmente las cargas a las que está sometida.

Como la corrosión del acero en el medio marino es un proceso electroquímico, se han utilizado aceros especiales con aditivos a base de cobre para reducir la corrosión. También se usa acero galvanizado.

Otro método es la protección catódica, la cual consiste en colocar un ánodo sacrificial, por lo general de zinc, sobre la estructura o cerca de ella de forma que el hierro de la estructura se convierta en cátodo y no se corra. Un segundo método consiste en utilizar una corriente eléctrica continua para mantener una diferencia de potencial entre la estructura y un ánodo separado.

Para protección del acero en la zona de marea de las subestructuras, se le puede colocar un encamisado de concreto.

La frecuencia para pintar las estructuras de acero va a depender de las condiciones climáticas; los miembros expuestos a la intemperie se pintarán desde cada año hasta cada 5 años dependiendo de su estado, mientras que los que estén en el interior podrán pintarse cada 10.

Las principales causas de deterioro de las estructuras de acero son una pintura defectuosa que permite la corrosión, ataques biológicos y químicos del medio ambiente, defectos en la soldadura, o una protección catódica inefectiva.

Para pintar estructuras metálicas se limpia la superficie con cepillo de alambre y se lija para desprender el óxido y pintura suelta; finalmente se aplica la pintura nueva.

Se recomienda realizar una inspección anual a las estructuras de acero para detectar cualquier problema que se presente y proceder a repararlo.

3) Concreto:

En los últimos 50 años el concreto reforzado ha sido ampliamente usado en estructuras marinas y más recientemente el uso del concreto presforzado ha dado a la ingeniería un producto más durable con el cual trabajar.

El principal problema que se tiene son los efectos generales del medio ambiente así como con el problema específico de efectuar reparaciones al nivel de la marea y debajo de ésta.

No hay duda de que el deterioro del concreto es un serio problema económico en el caso de las estructuras diseñadas para funcionar en agua de mar. La presencia del agua o humedad que contenga oxígeno y contaminantes, puede causar un ataque agresivo al concreto.

Una vez construida una estructura aparte de proporcionar algún tipo de protección para evitar la absorción de humedad y su putrefacción, es poco lo que puede hacerse para evitar su deterioro, por lo que habrá que considerar desde el diseño de dicha estructura que será difícil proporcionarle mantenimiento.

El concreto usado en las estructuras marinas debe contener una cantidad de cemento que ofrezca una máxima densidad y un mínimo de permeabilidad, que prevenga el paso del oxígeno y del agua al acero de refuerzo. En muchas ocasiones se cree que si el contenido de cemento es suficiente para soportar las cargas, también lo es para adquirir otras cualidades como de permeabilidad, densidad, resistencia a los efectos del medio ambiente, etc., lo cual no es cierto.

Se requiere una gran experiencia y capacitación para descubrir el problema desde sus inicios y determinar el momento en que se deben iniciar las reparaciones. Es importante analizar el progreso del deterioro para determinar el momento en que ha de repararse, y para saber hasta que momento puede seguir operando la estructura dentro del rango de la seguridad.

El siguiente paso es establecer la técnica de reparación más adecuada. Se revisan y se analizan las causas del deterioro, la configuración es-

tructural, el clima, el ambiente y las técnicas actuales de reparación, para que sirvan de guía en la toma de decisiones. La elección final debe ser la más adecuada en cuanto a costo, lo cual no necesariamente significa optar por el método más barato disponible. Si la vida útil de la reparación es mayor con un procedimiento costoso, éste podrá ser económicamente viable. También es posible que la reparación ocasione problemas que obliguen a abandonar o a sustituir la estructura.

Independientemente del método de reparación seleccionado, deben considerarse todos los factores económicos incluyendo el mantenimiento de operaciones. Una vez establecida la necesidad de la reparación, deberán elegirse los medios para realizar los trabajos con rapidez.

a) Causas principales de falla de estructuras de concreto reforzado:

- Un recubrimiento insuficiente del acero de refuerzo.
- Concreto mal diseñado que permite el paso del agua y del aire.
- Agregados que reaccionan con el cemento elegido, produciendo grietas.
- Uso de un cemento equivocado para el medio que se tenga.
- Mano de obra deficiente.

b) Señales de deterioro en el concreto:

Las primeras señales de peligro para el concreto son decoloración de la superficie, manchas de color café rojizo, que son signo de corrosión del acero de refuerzo, y una exudación blanquecina indica lixiviación de las sales de calcio. Sin embargo, el peligro avanzado se detecta visualmente por:

- Agrietamientos: Superficiales o profundos, son fuentes de problemas potenciales ya que permiten la entrada de agua y elementos que atacan el acero de refuerzo y la parte interna del elemento. Como una práctica mínima de mantenimiento, tales grietas se deben sellar con madera, con asfalto o con algunos productos sintéticos que existen para ello.

Las causas del agrietamiento pueden ser un curado impropio durante la construcción del elemento, o expansiones debidas a incrementos

en la temperatura; ésto se puede evitar con juntas adecuadas, las cuales se deben considerar desde el diseño de la estructura.

Las Juntas se pueden clasificar en Juntas de construcción (previenen planos intencionales de falla en lugares planeados, lo cual permite el control del agrietamiento durante el curado) y Juntas de expansión (permiten el movimiento de secciones completas de concreto debido a cambios de temperatura).

Es importante investigar la causa de cualquier grieta que se presente ya que puede ser el síntoma de un problema serio.

- Desprendimiento superficial: Resulta de la corrosión del acero y de los efectos ambientales.
- Desintegración: Existe cuando el cemento ha perdido sus propiedades aglutinantes, por efecto de alguna reacción química, dejando expuesto al agregado; una vez iniciada la desintegración, continúa y puede ocasionar la pérdida de la sección transversal.

Para efectuar reparaciones en estructuras de concreto se desprenden las partes sueltas, limpiando el acero de refuerzo con cepillo de alambre desoxidante y se resana con concreto y un aditivo expansor e impermeabilizante integral.

Una buena solución a éstos problemas es el uso de concreto de alta calidad y un buen recubrimiento del acero de refuerzo.

Se efectuará al menos una inspección anual a todas las estructuras de concreto para detectar cualquier falla que se presente y proceder a su reparación.

4) Pavimentos:

En el desarrollo de toda terminal marítima se incluye la construcción de grandes áreas de pavimentos para el acceso y circulación dentro del recinto portuario, así como para prestar servicios a las áreas de almacena-

miento. Se considera que 95 % del área del puerto posee pavimentos de uno u otro tipo.

La función de cualquier pavimento es la de distribuir la carga que se le impone, sobre la subbase, de tal manera que no se deforme la superficie y ofrecer un área plana de circulación o almacenamiento.

Cuando un bacheo es necesario deberá realizarse lo mas pronto posible, ya que si se demora la reparación del área fracturada, ésta es capaz de extenderse debido a la acción del tráfico.

Un defectuoso o inadecuado sistema de drenaje es el responsable de la mayoría de las fallas en pavimentos, ya que permite la entrada del agua a la subbase, creando una condición de debilidad. El diseño, construcción y mantenimiento adecuados de un sistema de drenaje para prevenir la entrada de agua en la subbase es una medida preventiva esencial para evitar problemas mayores.

Las medidas correctivas que se toman son el llenado de hundimientos, sellado de juntas y grietas o dándole salidas al agua encharcada.

Un requisito indispensable en todos los pavimentos es el que la subbase tenga una resistencia adecuada para soportar las cargas a las que se ve sometido.

Mucho del trabajo de mantenimiento de pavimentos está relacionado con vigilar que las juntas se encuentren en buen estado. El mantenimiento de la junta consiste en reemplazar el material de sello, cuando se ha vuelto quebradizo o ya no se adhiere al concreto; se debe usar solo el material necesario para llenar la junta al nivel del piso existente, ya que usar material de sobra crea un bache que solo ocasionará problemas. Se debe limpiar perfectamente la junta, antes de aplicar el sellador.

El principal cambio en el tráfico que ha afectado el mantenimiento de pavimentos, es el crecimiento de la carga contenerizada. Los contenedores imponen grandes cargas concentradas al piso, además el equipo para manejar dichos contenedores es mas pesado y transita por pavimentos que probablemente fueron diseñados para cargas mucho mas ligeras, uniformemente repartidas y no rodantes.

Se recomienda realizar una inspección cada seis meses a los pavimentos

para detectar posibles problemas y proceder a su reparación.

Generalmente se usan tres tipos de pavimentos: Los flexibles, los rígidos y los semirígidos; la opción para un área dada, estará en función de las condiciones de la subbase, del costo relativo y del uso al que se vaya a destinar.

a) Pavimentos flexibles o de concreto bituminoso:

Son más económicos que los de concreto y su demolición para efectuar reparaciones es más fácil, además de que son capaces de soportar deformaciones, ocasionadas por asentamientos en la subbase, sin sufrir cambios de apariencia en su superficie.

Está compuesto por una mezcla de agregados petreos, los cuales son cementados por el material bituminoso (asfalto) y colados sobre superficies preparadas adecuadamente.

Los pavimentos flexibles darán varios años de vida, libre de mantenimiento, dependiendo del cuidado dado a la preparación de la subbase, la calidad del concreto bituminoso y sobre todo un adecuado sistema de drenaje.

i) Problemas de mantenimiento asociados con pavimentos asfálticos:

- Condiciones atmosféricas que provocan daños en la superficie del pavimento.
- Pérdida de agregados debido a la abrasión del tráfico de vehículos. lo cual provoca baches.
- Grietas causadas por la contracción del pavimento.
- Hundimientos debidos a una falta de compactación de la subbase, por excesos de carga, o por rellenar con material vegetal.
- Daños por aceite o agua que derraman los equipos mecánicos.

ii) Medidas Correctivas:

Basicamente hay dos procedimientos que son la aplicación de tratamientos superficiales y la restauración de áreas deterioradas con bacheos.

- Tratamiento de superficies:

- . Un sellado con una capa de emulsión asfáltica para pequeñas grietas.
- . Un sellador de arena consistente en la aplicación de una capa de asfalto con una capa de arena, para grietas de mas de 1/8".
- . Sellador de polvo de piedra: Consiste en la aplicación de una capa de asfalto con una capa de pequeños agregados de piedra.
- . Sellados plásticos que consisten en aplicar una mezcla de arena, emulsión asfáltica y agua, sobre la superficie del pavimento compactando luego con rodillos de agua.

- Restauración de áreas deterioradas con bacheos: Se retira el material en el área afectada y se reemplaza.

- . Bacheos efectuados con una mezcla caliente: Se mezclan las piedras con una emulsión asfáltica caliente. Se debe usar inmediatamente.
- . Bacheos efectuados con una mezcla fría: Se mezclan los materiales petreos con una emulsión asfáltica fría, ya sea en el sitio de trabajo o en planta y se puede almacenar para usos futuros.

iii) Equipo requerido para trabajos de mantenimiento a pequeña escala de pavimentos flexibles:

- Un distribuidor de presión de 500 galones de capacidad.
- Un mezclador.
- Un camión tanque.
- Un compresor de aire capaz de operar en dos líneas.
- Dos aplicadores de asfalto.
- Un equipo auxiliar semejante a las barricadas para levantamiento de tráfico; banderas, herramientas pequeñas, servicio de camiones y equipo de seguridad para los operadores.

b) Pavimentos rígidos:

Están hechos de concreto reforzado y tienen una gran resistencia a las acciones de las grandes cargas y al desgaste; además tienen mayor durabilidad, mayor resistencia al ataque de productos químicos, apariencia más atractiva y menores costos de mantenimiento. Un problema que se tiene es de que no acepta grandes deformaciones como el pavimento asfáltico.

Las proporciones y resistencia de la mezcla dependerá del uso al que se destine. Generalmente están reforzados con malla metálica (Malla-Lac), para prevenir agrietamientos y hacerlo más resistente. Los agrietamientos son ocasionados por asentamientos, por la contracción del concreto, al pasar del estado plástico al rígido, o por una sobrecarga.

i) Mantenimiento de Pavimentos Rígidos:

El reemplazo de áreas fracturadas o la conveniencia de cortes sobre éste tipo de pavimento, es llamado comúnmente bacheo, el cual debe ser hecho con concreto de tal forma que el parche sea igual en cuanto a las características de resistencia del camino y en apariencia similar al resto del pavimento.

Una medida temporal para resolver problemas de baches en pavimentos de concreto, es el recubrimiento del área fracturada con una mezcla bituminosa, haciendo pequeñas restauraciones para devolverle la resistencia al pavimento, aunque esto no es muy recomendable por razones de calidad y de apariencia.

El mantenimiento de protección son generalmente selladores de piso, que proporcionan una capa o recubrimiento en la superficie del piso y están diseñados para penetrar en la superficie del piso y llenar los poros; su objetivo es sellar las grietas para evitar el paso del agua a la subbase.

Su empleo satisfactorio depende de la preparación correcta de la superficie, calidad del sellador o acabado empleado y correcta aplicación del sellador.

ii) Problemas de mantenimiento en pavimentos rígidos:

- Fallas en la subbase lo cual provoca hundimientos, debido a falta de compactación, relleno con material vegetal o por una sobrecarga.
- Defectos en las juntas de construcción, ya que en muchas ocasiones son las causantes de agrietamientos.
- Agrietamientos, que pueden ser ocasionados por diversas causas como hundimientos, condiciones atmosféricas o un curado impropio.

c) Pavimentos semi-rígidos:

Un tercer tipo de pavimentos son los de tipo semi-rígidos hechos con adoquín, el cual emplea piezas de concreto precoladas que están hechas de tal forma que pueden entrelazarse.

Presentan grandes facilidades para efectuar reparaciones, ya que se pueden levantar y volver a colocar sin grandes problemas.

B) Obras de Protección:

Pueden ser estructuras formadas con elementos sueltos (piedras o elementos prefabricados) o con un tablaestacado (metálico, de madera o de concreto). Según su función se denominan rompeolas, escolleras y espigones.

1) Rompeolas: Sirven principalmente para proteger y formar puertos.

2) Las escolleras se utilizan para evitar la entrada del material y el azolve en el canal de navegación en la desembocadura de los ríos.

3) Los espigones se utilizan para proteger playas contra la erosión o mantenerlas cuando éstas se forman artificialmente.

Los espigones son pequeñas barreras que se construyen por lo general perpendiculares a la línea de costa, y van desde la línea de costa hasta la batimétrica de -2.00 a -4.00 metros. Los espigones perpendiculares no protegen en forma definitiva a una playa contra la erosión, ya que un fuerte oleaje paralelo a la costa puede mover la arena de la playa y po-

nería en la zona de rompiente; una protección más permanente lo constituyen los espigones paralelos a la costa, sin embargo éstos son mucho más costosos y su reparación y mantenimiento son más difíciles.

Estas obras cuando se construyen con elementos sueltos, se forman con enrocamiento protegido con rocas de gran tamaño o con enrocamientos protegidos con elementos artificiales de concreto. Estas obras constan de dos partes: un cuerpo o tronco, que comprende desde el inicio de la playa hasta un poco antes del final de la estructura y el morro, que constituye la zona final y es la parte más expuesta al ataque del oleaje; en él se colocan los elementos más pesados y comprende los últimos 20 a 50 metros de la estructura.

Generalmente están compuestas por:

- Coraza: Es la parte exterior de la estructura y está formada por una o dos capas de elementos de gran tamaño y son los que deben resistir directamente la acción del oleaje.
- Capa Secundaria: Sirve para soportar los elementos de la coraza y además como filtro para evitar que se salgan los elementos del núcleo. Puede haber una o más capas secundarias.
- Núcleo: Sirve como soporte y relleno a la estructura.
- Delantales: Su objetivo es proteger la escollera contra la socavación; en muchas ocasiones se construyen utilizando los mismos elementos del núcleo y nunca se deberá evitar su construcción, ya que es el elemento que mayor seguridad le da a la obra.
- Filtros: Se utilizan para evitar el hundimiento de las piedras durante la construcción debido a las corrientes y al oleaje, evita que la arena del fondo sea succionada de entre los huecos dejados por las rocas del núcleo. Los filtros pueden evitarse en ocasiones, ya que los delantales pueden funcionar como protección que evite la extracción y movimiento de la arena sobre la que se apoya la obra.

En la figura 4.1 se puede observar la sección transversal de una obra de protección.

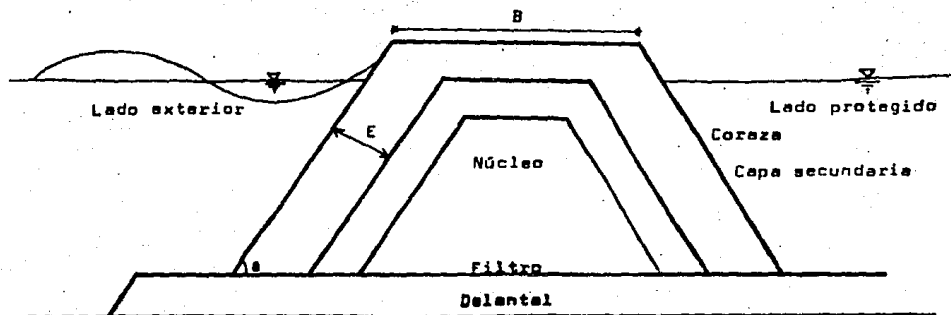


Fig. 4.1 SECCION TRANSVERSAL DE UNA OBRA DE PROTECCION.

En obras formados con elementos sueltos, se debe determinar la vida útil estableciendo un límite a los daños que provoque una ola mayor a la ola de diseño, la cual puede presentarse una o varias veces. La selección de la ola de diseño se hace generalmente desde el punto de vista económico, tomando en cuenta para ello el costo total de la obra y de su mantenimiento, que incluye el de reparación de los daños.

Las obras formados con pilotes y tablaestacado (metálico, madera ó concreto), poseen una resistencia mecánica mayor que la necesaria para resistir el impacto del oleaje y esa resistencia aumenta al depositarse la arena producto del transporte litoral.

La ventaja de que posean acceso las obras de protección es de que facilita la inspección de los elementos que componen al cuerpo, principalmente al morro; se deberá realizar al menos una inspección anual para verificar el estado en que se encuentran las estructuras.

En general el mantenimiento que se proporciona a este tipo de obras es un mantenimiento correctivo, el cual tendrá lugar si los elementos de la coraza han sufrido alguna degradación por oxidación, abrasión, u otro

factor, que pongan en peligro a la obra; de ocurrir ésto se deberá colocar otra capa de coraza en el lugar de la degradación o si la obra ha sufrido asentamientos o deslizamientos debido a la socavación o que la obra sufra un daño total producido por tormentas o huracanes que se presenten en la zona. El mantenimiento dependerá del tipo de material empleado en la obra.

En la figura 4.2 se puede observar la disposición de las diferentes obras de protección en un puerto.

C) Accesos Portuarios:

Un Puerto generalmente cuenta con tres sistemas de acceso, los cuales coordinados adecuadamente permitirán una mayor fluidez de los transportes de las mercancías, reduciendo los tiempos de almacenamiento de las mismas, evitando congestión de embarcaciones y reduciendo su tiempo de espera; esto se traduce en la atención de un número mayor de unidades y en utilidades para el puerto. Dichos sistemas son: canales de navegación, red de carreteras y red ferroviaria.

1) Canales de navegación:

Pueden ser cortos en el caso de puertos cercanos a la línea de costa, o largos, en el caso de puertos fluviales. A los canales van ligados las dársenas que son similares en cuanto a construcción.

En canales y dársenas artificiales en los cuales no exista aportación de azolve ya sea del exterior por parte del mar o interior por el arrastre de sedimentos de las corrientes, bastará con hacerse inspecciones una o dos veces al año; cuando sean establecidos en un río o en un lugar donde el aporte de material proviene de acarrees litorales, las inspecciones deberán realizarse mensualmente y consistirán en batimetrías, las cuales nos indicarán el sitio de depósito y así poder programar la extracción de éstos materiales para conservar las profundidades del puerto, proporcionando mayor seguridad a las embarcaciones que arriben a él.

En ocasiones se draga más de lo necesario con el fin de reducir la periodicidad de los trabajos.

Para poder establecer un buen programa de dragado de mantenimiento, se

debe conocer el tipo de puerto (Marítimo, fluvial), tamaño de las embarcaciones y volumen de tráfico que posee el puerto.

En los puertos marítimos se debe llevar un registro del transporte litoral, así como su dirección, velocidad de los vientos y su dirección, velocidad y dirección de las corrientes.

Existe una gran variedad de dragas las cuales se emplearán de acuerdo al volumen de material que se vaya a mover, la distancia del lugar de dragado y el de disposición del material, a la frecuencia con que se tenga que dragar, a las necesidades del puerto y al tipo de material excavado (que puede ser desde lodo hasta roca).

Si el puerto es fluviomarítimo se debe cuantificar la cantidad de sedimentos en suspensión que arrastra el río en un año, lo cual nos ayudará a comprender ciertos problemas que pueden presentarse y poder establecer un buen programa de mantenimiento.

Además del mantenimiento en el canal de acceso, se deben programar los dragados de las dársenas frente a los muelles y en los canales interconectados al puerto, los cuales son empleados para la navegación de cabotaje por embarcaciones pequeñas o por chalanes para el transporte de las mercancías.

En general se puede decir que los trabajos de dragado de mantenimiento involucran volúmenes relativamente pequeños de materiales suaves, por lo que la mayoría de las veces se usarán dragas mecánicas. Las dragas hidráulicas operan eficientemente solo cuando se tienen que mover grandes volúmenes de material y el tiradero está cerca.

2) Red de carreteras:

La red de carreteras y caminos de acceso primarios y secundarios, permiten la entrada a las instalaciones portuarias.

El mantenimiento que se proporciona a éstos caminos es el mismo que para pavimentos, visto en el inciso A), de éste capítulo.

Los aspectos a revisar durante una inspección a los caminos de acceso primarios y secundarios, y en caso de encontrar defectos, proceder a repararlos son: Limpieza y verificar el estado de la superficie de rodamiento.

3) Red ferroviaria:

En la mayoría de los puertos la red ferroviaria constituye un punto muy importante para el usuario de las instalaciones, de ahí que su mantenimiento es importante para el éxito de las operaciones del puerto.

Las fallas que se presentan en la red ferroviaria son debidas a diversas causas como asentamientos producidos en el relleno (balasto), por cargas excesivas, por movimientos de la estructura debido a movimientos de las máquinas, y por acumulación de basura y aceite en los cambios.

El encargado de la sección de las vías ferreas puede hacer las inspecciones diarias, las cuales nos dicen las condiciones generales de las vías y de sus elementos.

Se deberá realizar al menos una inspección anual a toda la red ferroviaria, aunque hay puntos que se revisarán mas seguido.

a) Los puntos a revisar durante la inspección son:

- Limpieza y engrasado de los rieles: Es importante la limpieza para que el riel no sea desplazado al pasar la rueda que con su ceja encaja los productos que se encuentran a su paso y vayan formando una cuna, que hará perder el escantillón de la vía y ocasionalmente causar un descarrilamiento.

El engrasado se realizará con aceite negro (desecho de los cambios de aceite en los equipos).

Cuando se tenga vía sobre durmientes de concreto o madera en balasto, se deshierbará el ancho equivalente al derecho de vía.

- Niveles, escantillón y alineación de los rieles: Se verificará cada mes y con ello se evita o al menos se minimiza su deterioro.

La necesidad de una inspección antes de lo programado lo indicará la práctica, ya que al salirse un carro de la vía, es necesario corregir el defecto y por lo tanto es conveniente revisar toda la longitud de vía, incluyendo reclavado cuando se trate de vía sobre durmientes de madera o apriete de tuercas en losa durmiente o durmiente de concreto.

También se revisará el escuadramiento de los durmientes cuando sea vía que esté sobre ellos, y la fijación de riel y durmientes.

Así mismo se comprobará el estado del riel en cuanto a que presente grietas, fisuras transversales, fallas de tipo tubular, grietas verticales del hongo, separación entre el hongo y el alma, debido a oxidación o desgaste del riel, procediendo a su reemplazo cuando exista alguna de estas condiciones. Es recomendable revisar la condición general de los rieles cada tres meses.

Cuando el riel presente un desgaste en su hongo de 12 a 13 % del área se le cambiará de lado; cuando este desgaste sea un 25% del área total del hongo o existan defectos notables en sus extremos, se reemplazará el riel.

Los rieles desgastados por una cara pueden girarse y ser usados en algunas localidades sobre vías tangenciales.

Los rieles se pueden reemplazar después de 5 a 10 años de uso en zonas con tráfico pesado y después de 15 a 25 años en zonas con tráfico liviano.

Cuando se tenga vía sobre balasto, éste se debe mantener limpio, y se renovará cuando pierda su permeabilidad, o sea que no permita que se filtre el agua, ya que las vías de ferrocarril como cualquier otra estructura, necesita buenos cimientos y el buen drenaje es de primordial importancia en su construcción y conservación, para mantener la estabilidad de la subbase. Se deberá revisar que los durmientes no estén podridos o rotos, así como verificar los elementos de fijación y las placas de asiento.

- Cambios: Siendo éste un elemento muy importante en el sistema ferroviario es conveniente revisarlo cada semana, ya que está compuesto por partes móviles de cierta precisión que requieren de ajustarse; al mismo tiempo se engrasará el árbol, la placa corredera y sapos de resorte. También se revisará y corregirá si es necesario las distancias entre sapo y aguja, la del contra riel del sapo a la punta del mismo.
- Juntas de riel: Se revisarán cada tres meses para corregir su rigidez, procediendo a alojar y engrasar las planchuelas y reemplazarlas si es necesario, se volverá a armar la junta apretando las tuercas a sus

tornillos.

Las grietas o roturas en las barras de Juntas, necesitan ser reemplazadas lo mas pronto posible; los pernos pueden ser colocados con suficiente espacio permitiendo la expansión o la contracción del riel, pero contruidos con suficiente rigidez para transmitir las cargas.

El desgaste de las Juntas de los rieles y el resultado de una rotura final puede ser reparada por la soldadura de un material adicional en el extremo del riel. Los rieles que estan en curvas son particularmente susceptibles a altos grados de desgaste.

- Cruces de vía: En la revisión de los niveles, escantillón y alineación de vía se examinará con más atención los cruces a nivel de caminos interiores con las vías de ferrocarril ya que por su localización está mas propenso de sufrir daños, para evitar esto puede rellenarse entrevías con asfalto, durmientes de madera rebajados ó tablones de la altura o nivel del hongo, colocando adicionalmente estos elementos de madera por los lados exteriores de los rieles con objeto de tener un nivel uniforme en todo el cruce.
- Báscula: En la revisión de los niveles, escantillones y alineación de vías, se comprobará la distancia de separación entre el riel de la báscula y el del piso que deberá ser entre 1.25 a 2.5 cms. Semanalmente se aseará la fosa de la báscula.
- Señalización: La señalización en el piso, así como los letreros preventivos se revisarán en cuanto a que estén obstruidos por alguna causa, en todo momento deben tener una perfecta visibilidad.

D) Servicios:

Otro punto importante para el buen funcionamiento del puerto es el que se refiere a los servicios en él, tales como señalamiento marítimo, instalaciones hidráulicas, sistemas de drenaje, instalaciones eléctricas, sistemas contraincendio, etc.

1) Señalamiento marítimo:

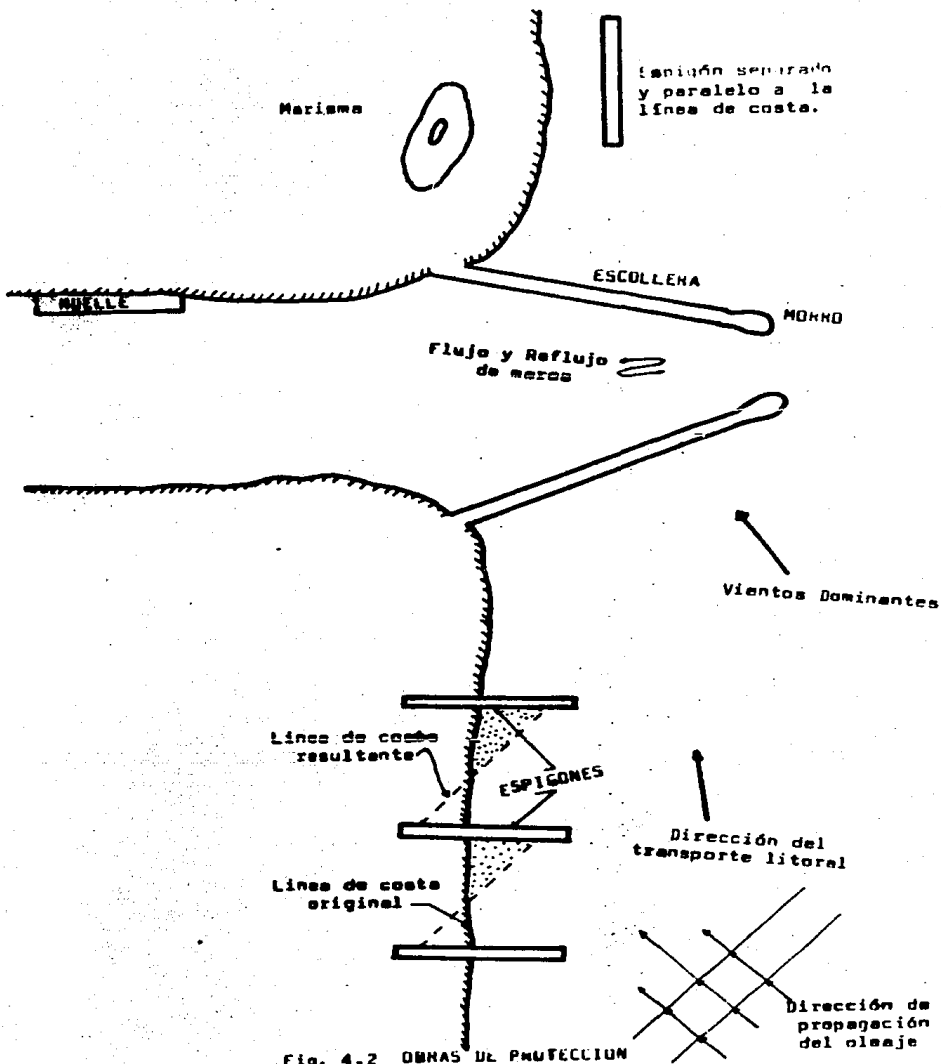


Fig. 4.2 OBRAS DE PROTECCION

Comprende balizas, boyas y faros que son instalaciones de señalamiento y marcación a la navegación y aproximación a la dársena y a los muelles; pueden ser de enfilación, de situación ó pueden ser para delimitación del canal y dársena; también pueden indicar algún bajo o escollo. Al no tener en servicio éstas ayudas, se pueden presentar situaciones peligrosas para las embarcaciones en el puerto.

La reparación de cualquier falla que se presente debe remediarse lo más pronto posible.

Estas ayudas a la navegación deben inspeccionarse en forma continua, se recomienda cada mes,

2) Instalaciones hidráulicas:

Las líneas de agua son construidas de acero, asbesto-cemento, hierro, cobre ó plástico y la elección del material se hará dependiendo del costo y de las condiciones específicas de cada caso.

El principal problema de mantenimiento en instalaciones hidráulicas es el que se refiere a las fugas excesivas; las fugas son de esperarse en cualquier sistema de abastecimiento y distribución, debido a la dificultad de hacer juntas perfectas en cada sección de la línea y por la posibilidad de que se abran las juntas durante la vida útil del sistema como resultado de asentamientos, expansiones, contracciones y falta de soportes. Una pérdida de 15% como máximo en fugas, es una cantidad aceptable. Al mismo tiempo de la pérdida económica que ocasiona la fuga, están los problemas que puede causar a la subbase de áreas pavimentadas, con una posible falla del pavimento en el punto de la fuga.

También se pueden presentar fugas en las llaves, válvulas, tuberías o llaves, debido a empaques gastados, mala nivelación del flotador del WC, oxidación de las tuberías, Juntas defectuosas, extravío o robo de llaves; esto se puede solucionar revisando las válvulas en mal estado y cambiando los empaques defectuosos, así como sustituyendo tubería y conexiones en mal estado.

Se revisarán las cisternas y tanques elevados quincenalmente, para detectar fugas que existan en las válvulas de admisión o de salida, y se limpiarán y pintarán al menos una vez al año.

Con respecto a las bombas de agua, cada quince días se revisará el funcionamiento de las bombas y controles automáticos, reparando cuando así se requiera. Cada dos meses se revisará la prensa estopa, cojinetes, flecha, impulsor, caja y válvulas, procediendo a su ajuste o reparación en caso necesario.

La pintura de la tubería en las instalaciones hidráulicas es un aspecto que no debe descuidarse, ya que con ello se evita la corrosión, y por lo tanto se alarga su vida útil.

Se recomienda realizar inspecciones a las instalaciones hidráulicas cada tres meses y los puntos a revisar serán: Las tuberías, los registros, las válvulas, las bombas, los instrumentos de control, los tanques de agua.

3) Sistemas de drenaje:

El mantenimiento de los colectores consiste en la remoción regular del material que se vaya acumulando, para evitar que se obstruya; esto es importante principalmente al acercarse la época de lluvias. Esta remoción no es difícil a menos de que existan agujeros en la tubería por donde se introduzcan grandes cantidades de tierra y arena. Se recomienda desazolvar la red cada dos meses.

Los asentamientos, pueden provocar que los colectores pierdan su pendiente original, el agua no circula y se azolvan, por lo cual es muy importante verificar la pendiente de los desagües.

Las explosiones de gases volátiles en los colectores no son raras, creando roturas en ellos, por lo que el mantener limpias y ventiladas las líneas evitará la creación de dichos gases.

Los desechos de talleres y otros sitios del puerto, que contengan aceites y gasolina, así como arenas y lodos, deberán recolectarse en trampas, para evitar explosiones y que se tapen los colectores.

Es importante actualizar los planos del sistema de alcantarillado, lo

cual facilitará las tareas de mantenimiento; dichos planos mostrarán los respiraderos, el flujo del agua, su calidad, conexiones a edificios.

Se efectuarán inspecciones cada seis meses del sistema de drenaje y los puntos a revisar son: Alcantarillas, pozos de visita, ductos, y rejillas.

4) Instalaciones eléctricas y alumbrado:

El mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas y alumbrado va a consistir en verificar, y en caso de que se encuentren defectos, corregir los puntos siguientes:

- Funcionamiento de lámparas y lucernarios, que no les falten focos, bombillas, tapas, ni arrancadores.
- Cables, conductores y ductos
- Condición y limpieza de registros, contactos y apagadores, interruptores y arrancadores.
- Condición en que se encuentran las conexiones.
- Condición y pintura de postes de iluminación
- Condición de las líneas de distribución
- Torres de alumbrado
- Tableros de control
- Sistemas de alta y baja tensión

a) Problemas mas comunes de mantenimiento en instalaciones eléctricas, su origen y forma de remediarlo.

- Cortos circuitos en contactos y apagadores: Debido a que se mojan u oxidan, por falta de limpieza de terminales, o por existir cables sueltos o en mal estado; esto se puede solucionar ubicándolos debidamente y sustituyéndolos por contactos tipo intemperie y entubando los cables sueltos.
- Focos, lámparas y lucernarios que no sirven, con corto circuito, parpadean o prenden con poca intensidad; ésto se soluciona cambiando los focos fundidos, sockets, balastras inservibles y los cables rotos, así como corrigiendo los cortos que existan.

b) Elementos de las Instalaciones eléctricas y alumbrado:

i) Circuitos de distribución: Las inspecciones se realizarán cada 45 días y los puntos a revisar son:

- Limpieza y fijación de cables flojos y conexiones provisionales en los edificios, así como conductores impropios e interruptores sobrecargados y en general cualquier condición que pueda causar un incendio.
- Balanceo de circuitos para evitar sobrecargas y checar que la instalación se haya ejecutado de acuerdo con el reglamento de obras e instalaciones eléctricas en vigor.
- Reemplazo de lámparas mayores que las standard, por otras del tamaño y capacidad que correspondan al diseño del circuito.

ii) Paneles de distribución: Las inspecciones se realizarán cada 45 días y los puntos a revisar son:

- Limpieza de paneles de distribución y verificar que las leyendas de identificación estén actualizadas. Los paneles se deben mantener cubiertos y cerrados bajo llave.
- Reemplazo de fusibles e interruptores térmicos: Los fusibles e interruptores deben de estar accesibles en los paneles de distribución para dar el servicio, y hay que checar que el interruptor general opere correctamente.
Se debe revisar que los fusibles e interruptores térmicos sean de la capacidad interruptiva apropiada.
Hay que retirar cualquier "puente" que alimente un aparato y reestablecer el servicio a través de un dispositivo de seguridad.
- Reemplazo de zapatas, portafusibles con indicación de falso contacto o sobrecarga.
- Apartarrayos: Se debe verificar por medio del magger, la conexión

efectiva a tierra en el circuito, con el objeto de asegurar la función del apartarrayos en caso de descargas atmosféricas. Hay que cerciorarse de que todas las conexiones al panel estén perfectamente apretadas. Se debe ver si alambres, zapatas, contactos en los interruptores, fusibles y portafusibles están calientes, lo cual indica que hay un falso contacto o una sobrecarga. Use una lámpara de continuidad, o cualquier otro método, para detectar si existe alguna tierra en el circuito. Balancee cada una de las fases en los circuitos de 3 fases, 4 hilos. Las lecturas que se logren por un amperímetro de gancho durante los periodos normales de carga pueden considerarse como un estudio selectivo de las condiciones existentes en los circuitos, lo cual, en términos generales es suficiente. Verificar la continuidad de los alambres a tierra; si el sistema tiene una varilla de tierra, mida su resistencia, la cual no debe exceder de 250 ohmios.

iii) Torres de alumbrado: Inspecciones cada 45 días y los puntos a revisar son:

- Limpieza de reflectores y lámparas con agua y Jabón.
- Reemplazo de lámparas quemadas y oscurecidas para asegurar una iluminación eficiente. La iluminación fluorescente necesita una atención y mantenimiento especiales, ya que el equipo adicional para que las lámpara fluorescentes trabajen, ocasiona desperfectos en los circuitos si las partes dañadas no se retiran. Mantenga los tubos fluorescentes limpios y reemplace los que no enciendan en su totalidad. Un foco fluorescente que se acerca al término de su vida útil, es aquel que empieza a cintilar y debe reemplazarse para evitar que los reactores se deterioren. Generalmente el bajo voltaje causa dificultad en las instalaciones de luz fluorescente, por lo que se recomienda revisar el voltaje, en caso de que las lámparas no operen normalmente.
- Revisión de peldaños y reposición, canastillas porta lámparas y aditamentos de fijación. Pintura anticorrosiva cada seis meses a la estructura.

iv) Tomas de corriente:

- Limpieza de las tomas de corriente (contactos) y perfecto aislamiento de las terminales de los conductores.
- Marcar señalización de voltaje en tomas de corriente: Cuando se tengan tomas de corriente conectadas a un voltaje de 220, marque claro este voltaje sobre la toma de corriente, con el objeto de evitar que se conecten aparatos diseñados para operar al voltaje normal de 110 voltios.

v) Subestaciones eléctricas: Inspecciones cada 90 días y los puntos a revisar son:

- Cable armado y mufas terminales:

Se debe programar la revisión de resistencia de aislamiento a tierra, para un día festivo, en que se causen menos trastornos, asegurándose de que la planta de emergencia esté en condiciones de trabajo. Debe pedirse a la compañía suministradora de energía un libramiento para la acometida; cuando vaya a hacerse el libramiento ha de tenerse la precaución de poner fuera de servicio los transformadores para evitar que los operadores de la compañía desconecten sus cuchillas fusibles con carga, ya que esto es muy peligroso.

Con el objeto de evitar toda posibilidad de accidente, el operador encargado debe aterrizar la mufa hasta asegurarse de que no existen corrientes remanentes en ésta. Nunca deberá usarse para esta operación un conductor desnudo. También se debe revisar en que condiciones se encuentra el aislamiento, tanto del cable armado como de la mufa.

- Revisión y reemplazo de cable deteriorado en aislamiento y cubiertas. Hay que revisar que el cable armado, o de tres plomos, no esté deteriorado en su aislamiento y cubiertas.
- Limpieza de conexiones, mufas, terminales y registros: Después de desconectar el servicio total, limpie las terminales de las mufas con aire seco para evitar la acumulación de polvo y telarañas. Se limpiarán los registros y para evitar la acumulación de agua

en ellos, se recomienda construirles un reborde de mampostería.

- Revisión y limpieza de cuchillas de prueba y fusibles en transformadores de alta tensión.

En las cuchillas de prueba se verificará que el mecanismo de operación sea correcto en lo que se refiere al buen contacto con las horquillas; vea si la presión que existe entre éstas y las cuchillas es la adecuada, con el objeto de no forzar el mecanismo de operación; limpie el polvo y telarañas de los aisladores y soportes con aire seco, lo cual evitará la formación de arcos eléctricos y falsos contactos.

- Transformadores de corriente en alta tensión:

Reviselos conjuntamente con las cuchillas de pruebas y los fusibles, y haga la prueba con el megger. Esta sección requiere poco mantenimiento.

- Interruptor de alta tensión: Antes de hacer cualquier ajuste al interruptor, asegúrese de que no se encuentre conectado al circuito.

Verifique que la estructura del interruptor esté conectada a tierra.

Examine los contactos principales, especialmente después de haber ocurrido un corto circuito; tras haber hecho la revisión y los ajustes necesarios, opere el interruptor manualmente, con cuidado; la prueba dieléctrica del aceite deberá realizarse con el objeto de ver las condiciones de trabajo del interruptor. Consiste en extraer aproximadamente un litro de aceite de la superficie del tanque y someterla a la prueba de rigidez dieléctrica en una copa standard a la cual se aplica una tensión de 30,000 voltios. La prueba será satisfactoria si la lectura es superior a los 25,000 voltios; la muestra de aceite se enviará a un laboratorio especializado, en el cual se comprobará su pureza.

- Cuchillas fusibles: Estas cuchillas son los medios de desconexión y protección del transformador, y pueden ser de operación en grupo o individuales. Cuando son de operación en grupo se manejan normalmente por medio de un volante o una palanca; cuando son de operación individual ésta se hace por medio de una garrocha de

material aislante llamada pértiga. Para hacer la revisión de estas cuchillas se procederá en la forma siguiente:

- . Programe la revisión de las cuchillas para el día de menor actividad, para evitar transtornos.
- . Desconecte la carga del transformador al cual protegen estas cuchillas y hay que tener la precaución de no abrirlas con carga, pues esto las estropea y podría causar daños al operario. Abra las cuchillas fusibles y desmonte las canillas.
- . Revise el estado de las canillas y sus fusibles, verificando que la capacidad de éstos sea la adecuada.
- . Cuando se trate de cuchillas fusibles de operación en grupo, verifique el mecanismo de operación y lubrique las partes móviles.
- . Vea si las cuchillas hacen buen contacto con los clips u horquillas, verificando que entren perfectamente en éstas últimas a la presión correcta, ya que un falso contacto producirá un calentamiento en las mismas.
- . Al reponer un fusible, investigue la causa por la que se fundió, y las posibles causas pueden ser: conexión a tierra, sobrecarga originada por desequilibrio de cargas o fusibles inadecuados. (chicos)

Para evitar estas fallas haga lo siguiente:

- . Excluya la posibilidad de conexiones a tierra limpiando las cuchillas y eliminando la humedad que pudieran contener éstas.
- . Ver que los devanados del transformador indiquen continuidad.
- . Al conectar nuevos circuitos eléctricos a los tableros, tanto de circuitos derivados como a los generales de baja tensión, haga de tal manera que las fases queden aproximadamente con la misma carga conectada y mida durante el tiempo aproximado de un mes, en diferentes épocas del año, hasta llegar a ajustar al máximo esta diversidad para tener una repartición de cargas uniformes en las tres fases del sistema. Verifique que la capacidad de los listones fusibles sea la adecuada.

- Transformadores de distribución: Asegúrese de que el transformador no esté conectado a la línea, lo cual deberá realizarse li-

brando al transformador de toda carga eléctrica, guardando las condiciones de seguridad. El lado secundario de los transformadores no deberá tener liga eléctrica con las barras de baja tensión para evitar el suministro de energía por el lado de baja tensión. Revise el lado de alta tensión, si el encintado y los aisladores no están en buenas condiciones, cámbielos. Después de haberlo dejado reposar durante cuatro horas como mínimo, tome una muestra del aceite contenido en el cuerpo del tanque, para determinar su humedad, si presume la existencia de materias en suspensión deberá tomar una muestra de la superficie. Vacíe la muestra en un recipiente seco y limpio de materias extrañas, y envíela a un laboratorio para ser analizada; si hay calentamiento excesivo en los transformadores, reporte esta anomalía o bien investigue su causa; en el lado de baja tensión revise que los conectores estén bien apretados, y que haya un buen contacto entre el conductor y el conector. Si se encuentra instalada una válvula de seguridad, verifique que funciona correctamente.

Si el voltaje de alimentación en baja tensión está bajo o alto, ajuste la posición de los taps del transformador

- Gabinetes generales de baja tensión: Limpie todos los gabinetes con aire seco, por dentro y por fuera, revise que las conexiones de las barras a los interruptores termomagnéticos estén solidamente aseguradas con sus tornillos. Vea que los propios interruptores no estén deteriorados o despostillados ya que esto puede ocasionar un corto circuito o calentamiento. Todos y cada uno de los circuitos deberán estar completamente identificados con tarjetas o algún otro medio. Revise que el acabado de los gabinetes presente condiciones de seguridad en lo que respecta a corrosión; de no ser así píntelos, observando siempre las condiciones de seguridad.

5) Sistemas contraincendio:

a) Clasificación de los incendios:

- Clase A: Fuego en materiales combustibles ordinarios como madera,

carbón, papel; este tipo de incendios se combate con sistemas de enfriamiento.

94

- Clase B: Fuego en líquidos y gases inflamables, el cual es atacado con sistemas asfixiantes y con enfriamiento.
- Clase C: Fuego en o cerca del equipo eléctrico el cual es atacado con un agente no conductor.
- Clase D: Fuego en metales combustibles en el cual se necesita de agentes especiales para extinguirlo.

Los principales sistemas contra incendio que se usan son los extintores y los hidrantes con sistemas de manguera.

b) Extintores:

Reglas para el buen uso y mantenimiento de los extintores:

- Se debe usar el tipo de extintor adecuado para cada tipo de fuego.
- Las personas que puedan tener necesidad de usar un extintor deberán conocer su localización y como usarlo en un caso de emergencia.
- Las instrucciones del fabricante en cuanto a recarga, mantenimiento y operación, deberán ser cuidadosamente observados.
- Todos los extintores deberán ser chequeados al menos una vez al año para cerciorarse de su buen funcionamiento.
- Se deben hacer inspecciones frecuentes para revisar que los extintores estén en un lugar apropiado y puedan ser accesibles facilmente en el momento en que se necesiten.
- Los extintores deben recargarse inmediatamente después de usarlos.

La mayor parte del mantenimiento es de tipo preventivo, y consiste en inspeccionar que la carga de los extinguidores no esté baja, que no es-

tén dañados por oxidación y que las mangueras y válvulas se encuentren en buen estado para que puedan funcionar adecuadamente en cualquier momento.

Generalmente se usan extintores de 9 kg. tipo ABC presurizados, o de bióxido de carbono.

c) Hidrantes y mangueras contra incendio:

En cuanto a los hidrantes y sistemas de mangueras se deberá checar la presión del agua, el buen estado de las mangueras, que no existan fugas debido a malos empaques, y que la tubería no esté picada.

Para revisar las mangueras, se extienden para detectar cualquier señal de daño o deterioro en forma de moho o cuarteadura, se conecta al sistema hidráulico contra incendio y se prueba; luego se deja secar totalmente y se vuelve a colocar en el gabinete, tratando de doblarla en el mismo sentido en que se encontraba. Se deberá tener especial precaución de que la manguera no entre en contacto con gasolina o aceite, ya que son elementos que la dañan. Cada seis meses es conveniente lavar la manguera con un Jabón suave y enjuagarla perfectamente bien y dejarla secar totalmente.

6) Sistemas de comunicación:

El mantenimiento de los sistemas de comunicación consiste en verificar la existencia y funcionamiento de medios de intercomunicación, como teléfono, radio, telex, etc.

Las perturbaciones atmosféricas, pueden dañar considerablemente los sistemas eléctricos y de radiocomunicación de los puertos; se deberán revisar éstos sistemas, independientemente del mantenimiento programado, cada vez que ocurra alguna perturbación atmosférica y mantener una constante vigilancia a fin de evitar cualquier interrupción del servicio de los sistemas y así prevenir interrupciones de las operaciones del equipo y evitar accidentes por la falta de éstos servicios.

Se realizará una inspección cada seis meses a los sistemas de comunicación, para checar que funcionen adecuadamente.

a) Intercomunicación y sonido:

El principal problema es de que algunos no funcionan debido a que el equipo se encuentra desconectado, la consola o el amplificador están descompuestos, o que los altavoces están descompuestos o desconectados; esto se soluciona reparando los elementos dañados o descompuestos, cambiando las puntas, conectando los mal conectados y revisando las líneas.

b) Radio:

Los aparatos de radio portátiles son preferibles a los instalados en vehículos y sirven para localizar al personal sobre el terreno.

c) Teléfono y telex:

El mantenimiento va a consistir en verificar, y en caso de encontrarse algún desperfecto, corregirlo, de los puntos siguientes:

- Condición de la acometida
- Líneas de conducción, ya sean aéreas, subterráneas o entubadas.
- Condición de los postes
- Buen funcionamiento de los tableros de control
- Que los aparatos se encuentren en buen estado

7) Estructura perimetral del puerto:

Otra instalación de necesidad imperiosa en el área portuaria es la barda perimetral, que aísla la zona, evitando la entrada de personas ajenas a las actividades portuarias, así como la salida de mercancía sin control.

Las bardas pueden ser de ladrillo, de bloques de concreto, o de malla ciclónica.

Muchos de los daños a la estructura perimetral se evitan si se cuida que

la barda no se use de andamio.

97

Se deberá realizar al menos una inspección al año, para detectar problemas que se puedan presentar en la barda perimetral, y los puntos a revisar son: Limpieza general, estado de los muros, buen funcionamiento de los portones y pintura.

a) Barda con muros de ladrillo o de bloques de concreto:

La tendencia en la construcción de estas cercas es que sean muros de ladrillo o bloques de concreto con un coronamiento de alambre de púas.

El mantenimiento que requiere es mínimo y la mayoría de los daños son los que recibe en su parte exterior, ya que en muchas ocasiones es utilizada para pintar letreros políticos, de protesta o de mal gusto; esto se puede solucionar pintando de un color diferente cada cuadro de la barda, lo cual le dará un aspecto estético, y cada que aparezcan dichos letreros se repintará el cuadro.

b) Barda de malla ciclónica:

En muchos sitios aún se tienen cercas de malla de alambre con o sin forro plástico; las que requieren de mas cuidado son las que están construidas con malla sin forro y su mantenimiento y conservación debe de ser continuo a base de pintura o de reposición de las partes muy dañadas.

1) Los puntos a revisar cuando se tiene barda de malla ciclónica son:

- Limpieza de toda la basura que se acumule en ella.
- Unión del rodapié y malla.
- Estado de los elementos de la barda como son postes, travesaños, tirantes, malla, bayonetas y alambre de púas.
- Pintura cada seis meses, cuando no tenga recubrimiento plástico.

E) Obras de Atraque:

1) Muelles:

Son estructuras ubicadas a la orilla del mar o en las riberas de los ríos cuya función es servir de enlace entre los transportes marítimos y terrestres. Los muelles están formados por plataformas provistas de todos los dispositivos, instalaciones y servicios para permitir el atraque de las embarcaciones, y a las cuales es necesario proporcionarles mantenimiento.

Por su disposición los muelles pueden ser marginales, en espigón, en "T", aislados, y en "U".

Por su estructura pueden ser de muro de gravedad, de concreto armado y de tablaestacado.

Por su tipo de cimentación pueden ser cimentados sobre pilotes (Madera, hierro o concreto), Pilas (concreto), trabes y losas, o puede ser Flotante (estructura que se sostiene por medio de flotadores que suben y bajan con la marea).

2) Duques de alba:

Son estructuras que pueden estar formadas por haces de pilotes verticales, inclinados o una combinación de ambos, por plataformas apoyadas sobre pilotes y pilas, o bien por cajones de tablaestaca; se construyen en forma aislada y se emplean como guías a la entrada de una esclusa, en los atracaderos de los transbordadores, para maniobras de amarre y atraque de embarcaciones generalmente graneleras o para prolongar virtualmente un muelle en espigón; también son usados a la mitad de los ríos muy anchos para que de ellos se amarre el barco y efectúe sus maniobras de alijo.

Los materiales empleados en la construcción de los duques de alba son la madera, el concreto y el acero. Dada la importancia de éste tipo de instalación, debe estar sujeta a una inspección periódica mensual, principalmente aquéllos que se encuentran sometidos a un oleaje, ya que las embarcaciones atracadas a ellos le transmiten esfuerzos considerables.

El mantenimiento rutinario mas común en éstas instalaciones es la limpieza y la inspección a los sistemas de amarre, principalmente de sus anclajes.

3) Zonas de reparación de subestructuras en el agua:

99

Las estructuras tienen restricciones físicas que pueden complicar la reparación; el tipo de reparación depende, en un alto grado, de la ubicación del nivel del agua respecto a la parte dañada de la estructura, distinguiéndose tres zonas principalmente (Fig. 4.3):

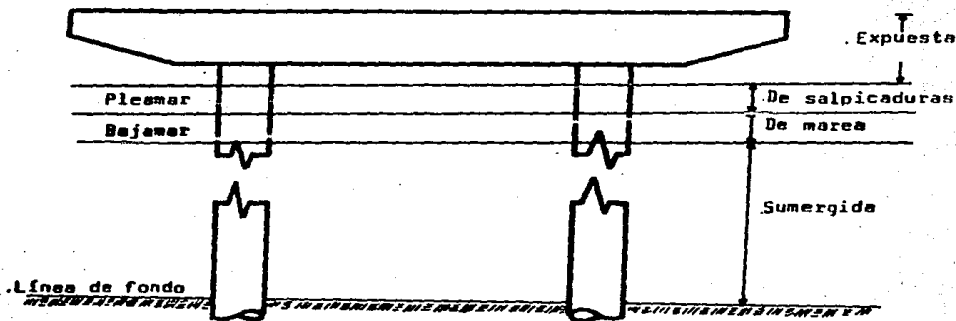


Fig. 4.3 PARTE INFERIOR DE LA SUPERESTRUCTURA

a) Zona sumergida: Es la parte de la estructura usualmente sumergida, desde la línea de bajamar hasta la línea de fondo y algunos metros mas abajo.

b) Zona de marea y de salpicaduras: Es el área de la estructura que alternadamente queda expuesta y sumergida dos veces al día. Usualmente es el área entre bajamar y pleamar. Los vientos y las corrientes pueden alterar el nivel previsto.

c) Zona expuesta: Comprende la zona abierta, en la cual se pueden presentar agrietamientos o desprendimientos de concreto debido al golpeo del casco del barco o por la falta de pantalla de protección, lo cual se evita colocando protecciones que eviten el golpeo.

Puesto que cada zona presenta una serie diferente de condiciones de campo y ambiente, los métodos y materiales utilizados para su reparación deben ajustarse a cada situación particular con el fin de facilitar la reparación, minimizar los costos y proporcionar un resultado de larga duración.

De las tres zonas, la zona de marea casi siempre presenta problemas mas serios, ya que en ella existen condiciones que la hacen muy susceptible a la desintegración, como es el estar sumergida y expuesta al aire constantemente, aunque el diseño y el material usado (concreto, madera, acero) sean perfectos; además de las influencias encontradas en la zona sumergida, el movimiento de la marea y la acción de las olas crean un medio propicio para ataques químicos mas agresivos y se sumen a los efectos del intemperismo y la abrasión de la arena o de los materiales en suspensión, lo cual puede ocasionar que la estructura sufra daños considerables.

Otros factores que agravan el problema son los desechos industriales que se encuentran en el agua, la temperatura y la salinidad del medio, y la presencia de corrientes eléctricas en el medio.

La mayoría de las estructuras deben repararse antes de que la pérdida de la resistencia se vuelva crítica, ya que cuando el daño se ha extendido, se requieren procedimientos especiales de reparación y soportes suplementarios. Es importante un buen diseño para evitar problemas en éstas zonas, ya que son de difícil acceso para proporcionarles mantenimiento.

La frecuencia de inspecciones en subestructuras dependerá del material de que estén constituidos, pero se puede tomar como referencia lo siguiente:

- Pilas y pilotes de madera, revisarlos cada mes.
- Pilas y pilotes de acero, revisarlos cada seis meses.
- Pilas y pilotes de concreto, revisarlos cada año.

4) Métodos de Reparación en el agua:

Existen dos métodos para la reparación de estructuras en agua de mar:

a) **Seco:** Implica un ambiente de trabajo que se caracteriza por la ausencia de agua en el área de reparación, el cual puede ser natural o creado artificialmente, mediante una caja dique y las instalaciones de achique apropiadas.

Trabajar en seco facilita la evaluación preliminar del problema y de sus causas, proporciona mayor flexibilidad en el empleo de materiales disponibles, permite un campo mas amplio de métodos comprobados de reparación y es menos complicado; también minimiza la contaminación y la socavación, y permiten preparar mejor la superficie, dando margen a la reposición del acero de refuerzo por soldadura; además la supervisión, la inspección y la posibilidad de establecer un control son mayores cuando se emplea el método seco de reparación, con lo que se mejoran teóricamente las reparaciones.

b) **Humedo:** Implica un ambiente debajo del agua y en algunos casos con ayuda de buzos. En el proceso húmedo, el nivel de habilidad del personal, la complejidad de las técnicas y la calidad de los materiales son mayores.

Por lo visto anteriormente, las reparaciones en seco son la elección más conveniente, excepto cuando hay restricciones físicas o cuando no son factibles desde el punto de vista económico.

5) Mantenimiento de los accesorios en los puestos de atraque:

Entre los accesorios necesarios en un puesto de atraque figuran las defensas que ayudan a absorber la energía del impacto de los buques, y los dispositivos de amarre para asegurar el buque y evitar accidentes durante las maniobras de carga y descarga.

a) **Sistemas de defensa:** Son elementos que sirven para amortiguar el impacto de las embarcaciones cuando atracan. El mantenimiento del sistema de defensa puede ser uno de los gastos más elevados con que se encuentre la autoridad portuaria, y va a depender del tamaño, tipo y frecuencia de las embarcaciones que arriben al puerto, así como las condiciones locales de vientos y corrientes.

Cuando el sistema de defensa se encuentra sometido a un constante uso,

puede requerir un reemplazo total en corto tiempo.

102

Hay una variedad de sistemas de defensas que se han diseñado ultimamente para brindar una mayor seguridad tanto al muelle como a las embarcaciones, poseen un diseño muy complejo lo cual las hace muy costosas y por ello, antieconómicas para los puertos de los países en vías de desarrollo. Por lo tanto el sistema mas adecuado de defensa son las llantas de maquinarias pesadas, que debido a sus dimensiones, facilidades de adquisición, rápida instalación, capacidad de absorción de la energía, y durabilidad y sobre todo por lo económico que resultan, son el sistema ideal de defensa que puede adoptar un puerto.

Los sistemas de defensa son un punto muy importante en la operación del puerto, por lo que su mantenimiento no debe ser descuidado.

Se efectuarán inspecciones a los sistemas de defensa, las cuales consistirán en revisar que las llantas no estén rotas; la ruptura de las llantas es debido a que son llantas usadas, no diseñadas para resistir impactos laterales, por lo que se rompen con el golpeo del casco del barco. La solución consiste en el cambio inmediato de las llantas y revisarlas cada mes para proceder a su sustitución en caso necesario.

b) Dispositivos de amarre: Son elementos a los que se sujetan las embarcaciones por medio de cabos cuando están atracados en los muelles o por medio de cadenas atadas a las boyas cuando se encuentran fondeando esperando puestos de atraque.

Los elementos mas importantes de amarre son: Bitas, cornamusas, argollas, ganchos de soltura rápida, muertos y anclas. El tamaño de éstos sistemas de amarre varían gradualmente sus dimensiones, las cuales dependen del tipo de embarcaciones que arriban al puerto. Estos sistemas pueden estar localizados en los muelles, embarcaciones y en otros sitios en tierra y en el mar.

Son complementos de amarre los cabos, los cables y las cadenas con sus respectivos accesorios como grilletes y arganeos.

Todos éstos accesorios en los puestos de atraque deberán ser pintados

periódicamente a fin de evitar la corrosión; además se deberán inspeccionar cada mes sus anclajes reponiéndolos en caso necesario.

103

6) Inspecciones a las obras de atraque:

Se realizarán inspecciones periódicas a las obras de atraque, procediendo a reparar los puntos que se encuentren en mal estado. Los elementos a revisar son:

- Cimentación (Pilotes, pilas, traveses y losas).
- Defensas rotas o en mal estado.
- Checar condición general de las bitas y de sus anclajes.
- Defectos que se presenten en la cubierta del muelle: Oxidación del acero, desprendimiento del concreto, descascamiento del perfil en las juntas constructivas y orillas de muelles dañadas, debido al golpeo de maquinaria o cargas excesivas.
- Limpieza: Existencia de basura, lodos y desperdicios de carga en rincones.
- Ductos de servicio dañados o agujerados.
- Vías de ferrocarril sucias o defectuosas.
- Vías de grúa sucias o defectuosas.
- Baches y desniveles en el pavimento.
- Cadenas en mal estado.
- Argollones: Descascamiento por exceso de corrosión.
- Guarniciones: Descascamiento del perfilado o desprendimiento del concreto, debido al golpeo de montacargas o por cargas excesivas.
- Instalación hidráulica: Tomas de agua y líneas de conducción, red de alimentación y válvulas.
- Instalación eléctrica: Contactos para toma de corriente, lámparas y lucernarios, sistemas de transformadores.
- Señalamientos y letreros: Que se encuentren en buenas condiciones y repintarlos si es necesario.

7) Areas de Almacenamiento:

Los almacenes para servicios portuarios son sitios donde se guardan mercan-

cias; en ellos se establecen medios de seguridad contra manipulaciones indebidas, contra incendio y accidentes, para prevenir robos y facilitar la vigilancia fiscal.

104

1) Bodegas:

Son edificios cerrados donde se guardan mercancías de gran valor o de fácil destrucción si se exponen al intemperismo.

Dependiendo de su función y servicios las bodegas pueden ser de tránsito, estacionarias, de carga general, ó bodega especializada.

El tipo de mantenimiento que se les proporciona a éstas áreas es un mantenimiento preventivo, el cual consiste en una inspección y reparación de los elementos que la constituyen como son: Limpieza general, cimentación, estructura (concreto o acero), muros, pavimentos, techos, puertas, iluminación (natural o artificial), instalación eléctrica y alumbrado, instalación hidráulica, instalación sanitaria y drenaje, sistema contra incendio, pintura interior y exterior (en muros, puertas, ventanas, teleros, señalización de áreas, estructura metálica).

a) Limpieza general: Se efectuará diariamente, con especial cuidado en en recuadros que se desocupen tratando de remover cualquier mancha dejada por la carga retirada con objeto de no contaminar la nueva carga que se deposite.

b) Cimentación:

i) Pilotes: Desmoronamiento y desprendimiento del concreto en contacto con la tierra debido al ataque de agentes químicos propios de la tierra.

ii) Zapatas: Hundimientos debido a vibraciones producidas por tráfico de vehículos o maquinaria; ésto se puede solucionar formando un aislante alrededor de la zapata.

c) Estructura:

i) Concreto: Dalas, columnas, cadenas y castillos:

Los principales problemas que presentan son agrietamiento por movimientos y asentamientos, y deformaciones por fallas del acero.

Otro problema que se presenta son los despostillamientos debidos a golpes de la maquinaria, lo cual se soluciona protegiendo la zona afectada con esquineros metálicos o de hule.

i) Acero:

El mantenimiento de la estructura de acero, consistirá en pintarla regularmente.

d) Muros:

Pueden ser de mampostería, de madera, de concreto, de asbesto-cemento, de block de concreto y otros materiales.

Los aspectos de mantenimiento que hay que revisar en éstos elementos son que no exista humedad, deterioro debido a impactos o agrietamientos debidos a asentamientos diferenciales. Los resanes deberán realizarse a la mayor brevedad posible ya que las grietas y los agujeros representan zonas debiles del muro, pero a no ser que transpasen el muro y permitan la entrada del agua, no revisten gravedad.

Para reparar grietas no muy anchas, se abre el hueco y se resana con mortero y aditivo expansor, se coloca tela de gallinero en la superficie y se aplana.

Para reparar grietas mayores se demuele el tramo de muro, reponiéndolo con elementos de refuerzo, cadenas o castillos.

Otro problema que se presenta a menudo en los muros es la presencia de salitre producido por exceso de humedad y sales minerales, lo cual se soluciona demoliendo el aplanado en mal estado, se deja secar y se cepilla con un cepillo de alambre, se aplica un producto químico y se aplana con mortero adhesivo.

Para evitar el paso de humedad del exterior al interior del muro, cuando llueve con mucho viento se sugiere se realice alguno de los siguientes trabajos:

- Se prepara una solución de cola de carpintero de consistencia muy

fluida para ser colocada con brocha sobre el muro y así sellar las porosidades del mismo; esta solución también se puede emplear como sellador para antes de pintar.

- Una mezcla de Jabón y alumbre de la siguiente manera: Se hierve 1 Kg. de Jabón corriente neutro (Jabón amarillo en panes para lavar ropa), en 5 litros de agua, hasta que se desbarate el Jabón y esta solución hirviendo se aplica con escoba, cepillo, chulo o brocha corriente, teniendo cuidado que no se forme espuma y burbujas, las cuales deberán retirarse y romperse con el mismo cepillo. Se deja secar 24 horas, después de lo cual se aplica una solución elaborada con 1 kg. de alumbre en 10 litros de agua. Esta solución, puede usarse como impermeabilizante en azoteas enladrilladas, de preferencia en aquellas donde no exista circulación de peatones.

La superficie deberá estar limpia y seca, antes de aplicar cualquiera de los productos descritos.

Cuando se efectúen reparaciones de una zona dañada deberán hacerse con el mismo tipo de material constitutivo del muro, evitando así parches que afecten la buena apariencia de la instalación.

e) Pisos:

El mantenimiento rutinario de los pisos consistirá en el barrido y en el fregado, ya que con ello se eliminará polvo, mugre suelta y pegajosa productos químicos y otros elementos que dañan al piso.

Los problemas de mantenimiento de pavimentos y sus posibles soluciones fueron analizadas con detalle en el inciso A) de éste capítulo.

f) Techos:

Los techos de las instalaciones portuarias están constituidos de materiales diversos, como pueden ser de madera, fibra de madera cementosa, láminas de asbesto-cemento, metálicas ó de concreto.

El principal problema que se tiene son las goteras debidas a deficiencias en la mano de obra, en materiales empleados o en el diseño; también se puede deber a daños por intemperismo, drenaje inadecuado, par-

cheo y retechado impropio. Esto se puede solucionar soldando los agujeros, o resanando las grietas.

Las filtraciones son debidas al intemperismo de las capas existentes, fisuras o pequeñas grietas del impermeabilizante existente; esto se soluciona levantando el impermeabilizante en mal estado, resanando las grietas e impermeabilizando con un nuevo sellador bituminoso elástico y protegido con pintura reflectiva.

El mantenimiento que se les proporciona a los techos consiste en:

- La impermeabilización y restitución de las láminas dañadas. Con un buen sistema de impermeabilización evitaremos filtraciones, además existen una amplia gama de productos de recubrimientos que alargan la vida de los techos viejos, pero para la colocación de estos recubrimientos se debe hacer un estudio económico ya que a veces es mas conveniente reponer el techo que repararlo. También hay que asegurar la impermeabilización de juntas entre tramos de asbesto y tramos translúcidos.
- Darle la pendiente necesaria para el desague de las aguas y evitar el acumulamiento de residuos en los mismos, así como revisar que los drenajes no estén rotos o tapados. Hay ocasiones en que los asentamientos producen desniveles en el techo creando problemas en el drenaje, lo cual se puede solucionar instalando nuevos colectores en donde esté la depresión.
- Controlar las deficiencias en los procedimientos de construcción, como la mala calidad del material y la poca longitud de traslape entre las piezas en el caso de techos de láminas.

Los tragaluces de tipo plano son poco recomendables, porque se ensucian tanto que limitan su utilidad y pueden causar problemas debido a las filtraciones. Son preferibles los tipos angulares o verticales.

Los techos inclinados son generalmente mas fáciles de mantener que los techos planos.

En losas de concreto en entresijos y azoteas se pueden tener fisuras y

desniveles, debido a movimientos y asentamientos de la estructura, a falta de refuerzo por un mal diseño, o por la existencia de sobrecargas; esto se soluciona colocando una mezcla de mortero-cemento-arena cernida y un aditivo ligocreto o expansor.

g) Ventanas:

Se fabrican generalmente de madera o de metal; su mantenimiento va a consistir en la reparación de los vidrios rotos y en pintarlas, así como de reponer las partes podridas u oxidadas; además hay que revisar que los pasadores y sistemas de seguridad estén en buenas condiciones para evitar que se roben las mercancías. También se deben de limpiar los vidrios periódicamente.

El poner muchas ventanas luce muy bien pero puede representar un costo elevado de suministro de energía para calefacción y enfriamiento, además de implicar un mayor gasto en limpieza de vidrios.

h) Puertas:

Se fabrican principalmente de madera y de metal. Los daños generalmente son producidos por golpes de los equipos de carga, por el descuido de lubricación de las partes móviles, y por la falta de protección de las superficies metálicas.

El mantenimiento en este caso se hace necesario cambiar las partes dañadas ya sea por oxidación o por los golpes en las superficies de las puertas, así como las guías desalineadas y se deberá establecer un programa de lubricación para las partes móviles y pintura para las superficies metálicas respectivas.

i) Recubrimientos de yeso, y aplanados:

Los principales problemas que se tienen es que el recubrimiento se encuentre en mal estado, agrietado y desprendido; estos problemas se pueden deber a intemperismo, a falta de protección, a movimientos y asentamientos y por recubrimientos mal pegados; esto se puede solucionar demoliendo los recubrimientos en mal estado y reponiéndolo, usando un aditivo o pegamento.

1) Pintura:

Se debe pintar por dentro y por fuera la bodega, para protegerla del intemperismo y para que tenga una apariencia mas agradable. Se recomienda pintarla una vez al año.

Los elementos a pintar en la bodega son: muros, puertas, ventanas, letreros, estructura metálica, y líneas para delimitar áreas de almacenamiento.

Es recomendable que cuando se pinten los muros la parte de abajo (1 a 4 m que es la altura de estiba) se pinte de un color oscuro, para que no se note la suciedad, y la parte de arriba se pinte de un color claro para que refleje la luz.

J) Servicios:

En las inspecciones deberán revisarse y repararse cuando sea necesario los servicios (Instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, y contra incendio) vistos en el inciso D) de éste capítulo.

2) Cobertizos:

Son locales techados abiertos lateralmente que resguardan sustancias químicas o productos que requieren ventilación y fácil manejo.

Los puntos que se deberán revisar y en caso de encontrarse defectuosos proceder a repararlos en los cobertizos son: Limpieza general, columnas, pisos, estructura, techos, pintura y servicios, cuyos aspectos de mantenimiento se detallaron en el inciso anterior, referente a bodegas, del presente capítulo.

3) Patios

Son áreas al aire libre en donde se coloca mercancía que no se deteriora con las condiciones ambientales como son el aire, el sol, la lluvia, el

polvo, etc.

Los aspectos a considerar en una inspección a los patios, y en caso de encontrarse defectos, proceder a repararlos son: Limpieza general, pavimentos, servicios, pintura en pisos para delimitación de áreas, cuyos detalles de mantenimiento se describieron ya en incisos anteriores del presente capítulo.

G) Area Administrativa:

En ella se alojarán todas las oficinas administrativas, donde se coordinarán las actividades de operación y aprovechamiento del equipo y de las instalaciones portuarias.

1) Edificios administrativos:

Los edificios administrativos son instalaciones complementarias al puerto donde se coordinan las actividades de operación y aprovechamiento del equipo y de las instalaciones portuarias; su programa de mantenimiento y conservación es uno de los mas detallistas debido al gran número de elementos con que cuenta, además de que el público entra en contacto con ellos por lo cual deben poseer un mejor aspecto.

Se realizará al menos una inspección anual a los edificios administrativos y los puntos a revisar, y en caso de encontrar defectos proceder a reparar son: Limpieza general, pisos y escaleras, muros, techos, ventanas, puertas, sanitarios, tanques de agua, bomba del agua, instalación eléctrica, instalación hidráulica, pintura interior y exterior y sistemas contraincendio, cuyos detalles de mantenimiento se analizaron en incisos anteriores del presente capítulo.

2) Casetas de vigilancia:

Dentro de los edificios administrativos se incluyen las casetas de vigilancia, el edificio de bomberos y los sanitarios de estibadores, a los cuales se les proporciona un mantenimiento similar.

A continuación se muestra una tabla que señala costos medios aproximados de mantenimiento de estructuras y edificios, que servirá para hacer presupuestos de costos de mantenimiento, cuando no exista experiencia disponible; para esta tabla se supone que las estructuras están bien diseñadas y trabajando bajo condiciones normales. Cada puerto deberá ir desarrollando sus propios costos medios anuales de mantenimiento, como un porcentaje de los costos de inversión.

Estructura	Tipo	Costo medio anual de mantenimiento en %
Muros	Ladrillo	0.20
	Mampostería	0.10
	Concreto simple	0.15
	Concreto reforzado	0.15
	Acero	0.20
Muelles, malecones, escolleras.	Madera suave	1.5 / 3.0
	Madera dura	0.5 / 1.5
	Hierro	0.50
	Acero	1.00
	Concreto reforzado	0.50
Carpetas de Pavimentos	Concreto	1.00
	Asfalto	1.50
	Adoquín	0.50
Dique seco	Ladrillo, mampostería o concreto	0.25
	Acero	0.30
Almacenes y cobertizos	Ladrillo, concreto o mampostería	1.00
Oficinas	Ladrillo, concreto	

	o mampostería	1.50
Edificios	Concreto reforzado	0.50
	Concreto precolado	1.50
Estructuras	Acero sin recubrimiento	0.75
	Hierro galvanizado	2.50
	Metal protegido	0.50
	Madera	3.00
	Asbestos	2.00

V. MANTENIMIENTO DE EQUIPO PORTUARIO:

El mantenimiento del equipo portuario es muy importante ya que al fallar una máquina se detienen las operaciones de manejo de mercancías con la consiguiente pérdida económica, en horas-hombre y horas-buque.

El manejo de carga contenerizada ha acentuado el problema de mantenimiento de equipo, ya que para ello se requiere de personal más especializado.

Los equipos sufren daños inevitables debido a factores naturales como la fricción y el calor que generan, electricidad estática, condiciones y fenómenos ambientales como frío, calor, sequedad, humedad, lluvia, granizo, etc. y también sufren deterioros debido a factores causados por errores humanos, como deficiencias en el diseño, materiales defectuosos o inadecuados, abusos e imprudencia en su operación, etc.; otro factor que provoca daños en el equipo es el que genera el producto que se está manejando (azufre, polvo fino que se genera en el manejo de graneles agrícolas y que se infiltra en todas las partes de la maquinaria). Todos éstos factores pueden reducirse considerablemente, pero nunca se han evitado por completo. El deterioro causado por éstos factores debe ser reparado totalmente para que los equipos sigan operando dentro de las normas originales.

La reparación del deterioro trae como consecuencia lógica un inevitable costo y es aquí en donde el ingeniero de mantenimiento debe mostrar la importancia de su función al poder reducir esos costos, mostrando con hechos que aunque el deterioro de los factores naturales no puede evitarse, si puede retardarse, implementando un sistema completo de lubricación, con productos adecuados para cada aplicación, usando pinturas, aislamientos y otros recubrimientos de calidad adecuada al uso específico a que se destinen, vigilando que los voltajes y otros parámetros eléctricos sean correctos para el uso a que se destinan, limpiando la máquina en forma constante para que no se acumule el producto que genera la carga misma.

Un buen adiestramiento a los operadores del equipo, áreas de trabajo limpias y una selección adecuada del equipo que se necesite, tienen un efecto drástico en los costos de mantenimiento, pero muchas veces está fuera del alcance del departamento de mantenimiento la solución a éstos problemas.

La operación adecuada de la maquinaria es una parte importante en un programa de mantenimiento; lo cual no significa mirar a la maquinaria, pero sí evitar la recarga y operaciones abusivas.

Algunos consejos útiles en la operación de maquinaria:

- Inspeccionar la máquina antes de cada turno
- Poner en marcha y calentar la máquina adecuadamente
- Evitar largos periodos de marcha al vacío
- Elegir la marcha correcta para evitar sobrecargas
- Manejar solo cargas para las cuales la máquina esté diseñada
- Tener siempre hábitos de conducción segura
- Estar siempre alerta a las lecturas de los instrumentos e investigar las causas de lecturas anormales.
- No forzar el cambio de marchas de la transmisión

Después de la seguridad, el punto que decide si se compran mas o menos reparaciones o equipos auxiliares de repuesto es el económico.

El equipo móvil empleado en los puertos ha sido diseñado para que siempre que se le proporcione un mantenimiento regular, pueda ser utilizado sin fallas intensivas durante un periodo económico que sea benéfico para el puerto antes de ser desechado.

Para la selección de un equipo se pueden seguir dos criterios diferentes: uno es que los puertos se deberán conformar con un equipo que dure poco y asignar periodicamente fondos para reemplazarlo, o bien tienen que exigir un equipo mas robusto y duradero, adaptado a sus necesidades especiales.

A) Equipo nuevo:

Desde el momento en que se decide comprar un equipo nuevo, se debe empezar a pensar en su mantenimiento. En muchas ocasiones las personas que compran o instalan un equipo nuevo, no pertenecen al departamento de mantenimiento, y no se dan cuenta del gran beneficio que representaría para los operarios del equipo si tomaran en cuenta el punto de vista de mantenimiento.

1) Factores a considerar al escoger un equipo:

- El uso y el lugar a que se le tiene destinado.
- El nivel de capacitación del personal que lo maneja.
- La posibilidad de adquirir un equipo robusto utilizando un material de resistencia superior a la que se requiera para el trabajo que se vaya a efectuar.
- La importancia de elegir un diseño adaptado en lo posible al caso de un país donde los costos de mano de obra son bajos en comparación con las divisas.
- La localización del proveedor para prever la facilidad de conseguir las refacciones.
- La homogenización con los equipos existentes, ya que con ésto se facilita y se economiza en el mantenimiento. Un problema que se debe considerar al hacer ésto, es de que el puerto no dependa de un determinado fabricante, pero se recomiendan dos marcas como máximo.
- La accesibilidad y modulación de sus partes, para proporcionarles mantenimiento fácil y rápidamente; éste punto es muy importante, ya que tomándolo en cuenta, se puede ahorrar hasta el 50 % del costo de la reparación.
- La información técnica que se entrega con el equipo.
- Los productos especiales que use el equipo, y que sean difíciles de conseguir como pudiera ser algún lubricante.

Obviamente el precio de la máquina es un factor vital que debe considerarse para la adquisición de un equipo, pero deberá tomarse en cuenta conjuntamente con los factores anteriores, para decidir cual se adapta mejor a las necesidades y condiciones que se tengan.

Al instalar el equipo el departamento de mantenimiento deberá seguir de cerca su montaje para familiarizarse lo mas posible con sus partes internas y darse cuenta de las refacciones necesarias, herramientas especiales, hacer croquis de ensambles y proteger las partes expuestas a corrosión, calor, polvo, etc.

2) Análisis económico de adquirir o rentar un equipo:

Cuando se quiere comprar un nuevo equipo se debe hacer una evaluación que debe incluir el costo inicial, la vida útil esperada para la cual se estima su depreciación, interés sobre la inversión, seguro cuando sea apli-

cable y algunas diferencias en el costo de mantenimiento, operación, combustible, potencia, refacciones; estos costos deben compararse con la renta de un equipo similar. A veces es mejor rentar equipo para el movimiento de alguna carga en particular, que comprarlo.

3) Inspección a la recepción del equipo

A la recepción de todo equipo nuevo, comienza la primera operación de mantenimiento preventivo por una revisión general y detallada efectuada normalmente por un representante del servicio técnico de mantenimiento y un representante del proveedor. La inspección consiste en:

- Verificar la conformidad del equipo entregando un informe en el cual se mencione si cumple las especificaciones del contrato, el estado físico, y si cumple con las normas en vigor en lo que respecta a seguridad, contaminación y otras,
- Verificar las características técnicas del equipo entregado, como son:
 - . Potencia y capacidad de tracción o elevación
 - . Rapidez de desplazamiento o elevación
 - . Eficacia del sistema de frenos
 - . Movilidad y estabilidad
 - . Ruido, vibración
 - . Flexibilidad del equipo de mando.
- Informar a los usuarios sobre el funcionamiento del equipo, ya sea por capacitación directa o por manuales de operación y mantenimiento.

B) Equipo usado:

La compra de equipo usado, puede ser una forma relativamente sencilla de adquirir equipo de buena calidad a costo razonable, pero debe ser verificado minuciosamente antes de su compra por si encierra problemas importantes. En general el equipo usado no confiere la confiabilidad a largo plazo del nuevo, pero tiene la ventaja de una inversión inicial menor.

1) El equipo usado puede utilizarse provechosamente en varias áreas:

- Aplicaciones de uso intermitente

- Usos de corto plazo
- Operaciones no críticas

2) Dos pautas generales para obtener un buen equipo usado son:

- El atenerse a equipo de marca de calidad afamada
- El tratar con un agente conocido, en vez de directamente con el vendedor, ya que los vendedores no suelen estar capacitados para prestar servicio, respaldo de repuestos, adiestramiento de operadores o financiamiento, lo cual puede ser un factor vital de postventa.

3) Verificación del equipo usado:

Aunque es relativamente fácil mejorar la apariencia del equipo, hay varias áreas reveladoras, que pueden ayudar a determinar el estado del equipo. Los siguientes son puntos importantes a verificar:

a) Los sistemas principales como el motor, transmisión y diferencial son críticos, porque son costosos de reemplazar y reparar. Pruebe el motor acelerando y observando el color de los gases del escape; el humo negro indica que quizás solo se necesita ajustar el sistema de combustible, mientras que el humo azul revela gran consumo de aceite, debido generalmente a un desgaste excesivo del motor (es probable que convenga hacer una revisión general importante o reemplazar el motor en un futuro próximo)

b) El juego y ruido excesivos en el tren propulsor son indicaciones de desgaste en la transmisión y/o diferencial. Se puede comprobar el juego cambiando de dirección unas cuantas veces con el motor en marcha mínima. El ruido que se oye en ambas direcciones, en todas las gamas de velocidades y a diferentes velocidades es un indicio de desgaste.

c) La bomba de dirección hidráulica, de haberla, no deberá tener fugas ni hacer ruidos extraños.

d) El sistema eje de dirección y articulación deberán estar libres de juego excesivo.

e) La compostura de embrague o frenos muy desgastados y con escapes

podría ser costosa. Asegúrese de que los frenos y el embrague trabajen bien, y de que no estén dañados ni en necesidad de reparación.

f) El estado general del equipo en cuanto a funcionamiento y desgaste para asegurarse de que la máquina trabajará con la carga normal.

g) El equipo deberá tener aún una duración razonable. Los agentes deben conceder una garantía sobre el trabajo hecho, para preparar el equipo usado para su venta. De haberlo, se debería facilitar el historial de mantenimiento del equipo.

Una vez comprado, la productividad del equipo depende de su administración, que comprende desde las comunicaciones con el operador hasta el respaldo de servicio para el vehículo. La atención que se preste a la administración y al mantenimiento regular es la clave del rendimiento que se saque al dinero empleado en el equipo usado.

C) Costos de mantenimiento de equipo:

La UNCTAD en el manual de desarrollo portuario (Cuadro 8 pag. 101) señala porcentajes anuales para estimar el costo del mantenimiento del equipo que se tiene en el puerto.

Tipo de Equipo	Costo Anual de Mantenimiento en % del precio
Grúa para contenedores	5
Grúa de muelle de 3 a 5 tons.	3-5
Grúa móvil de 10 a 20 mts.	8-10
Grúa móvil de 25 tons. y 25 mts.	8-10
Straddle Carrier	10-15
Carretilla Pórtico	12
Carretilla Elevadora de 20 tons.	8
Carretilla Elevadora de 5 tons.	14
Montacargas	10-15
Tractor de carretera	10

Trailer	5	
Remolque	3	
Conveyor system		
Shiploader		
Unloader	2 - 10	dependiendo de su uso
Reclaimer		
Stacker		
Switch de distribución	5	
Transformadores	3	
Cargador de baterías	7	
Torres de alumbrado	5	
Cables		Dependiendo de su deterioro

D) Clasificación del equipo

Para el manejo de los equipos se agrupan de acuerdo a la similitud de sus características constructivas y de funcionalidad, así como a su utilización, con respecto a los requerimientos operativos del movimiento portuario.

1) Según su función y el lugar donde se usa:

a) Equipo de muelles:

- Grúas de pórtico sobre rieles
- Grúas de pórtico sobre neumáticos
- Grúas de cuchara
- Grúas de muelle
- Grúas de torre móvil
- Grúas flotantes
- Bandas transportadoras para minerales
- Succionadora de granos
- Montacargas dentro del buque para acomodar mercancía
- Tractores de pala frontal cuando se descargan granos
- Rampas para la descarga de Ro/Ko

b) Equipo de transferencia:

- Montacargas laterales
- Camiones de volteo
- Trailer
- Plataformas
- Low boy
- Chasises
- Montacargas frontales
- Furgones de ferrocarril
- Tractores cuando son empleados como remolcadores

c) Equipo de almacenamiento:

- Montacargas de horquilla
- Montacargas con spreader
- Montacargas frontales
- Stradler carrier
- Chasises
- Sistemas de succión para líquidos. Petróleo, gasolina, etc.
- Sistemas de succión para granos y minerales
- Bandas transportadoras

2) Clasificación según su movimiento:

- Equipo móvil: Montacargas, grúas móviles, chasises, tractores, tractor ferroviario, cargadores frontales.
- Equipo fijo: Del tipo de máquinas herramientas, motores de combustión interna y/o eléctricos, equipo de refrigeración, bombas, tanques, básculas, etc.

3) Los principales grupos de equipo que se consideran en un puerto son:

01	Montacargas: De patio y para contenedores
02	Tractores de Arrastre
03	Tractocamiones
04	Cargadores Frontales/Payloader
05	Trascavos/Retroexcavadoras
06	Vehículos: Automóviles, camionetas, camiones, pipas y volteos.
07	Trackmobile (Tractor de arrastre ferroviario)
08	Locomotora de patio
09	Succionadoras (Granos y líquidos)
10	Grúas Hidráulicas Autopropulsadas
11	Grúas Hidráulicas montadas sobre camión
12	Grúas de Celosía
13	Grúas de portico para contenedores
14	Torres Graneleras para descarga en furgon o trailer
15	Cucharas de almeja (Bivalva, trivalva y tijera) y de pulpo (Multivalvas)
17	Sistemas de Bandas Transportadoras
18	Plataformas (portacontenedores, planas y carretillas)
19	Furgones de ferrocarril
20	Tolvas
21	Compresores

No se pretende nombrar y enumerar todo el equipo necesario en un puerto, sino ejemplificar la forma de clasificar el equipo para un mejor control y aprovechamiento del mismo.

4) Equipo auxiliar:

Como equipo de apoyo el puerto cuenta con una serie de accesorios manuales como son las almejas, los palets, los aparejos, los estrobos, las eslingas, suspensores de palets, agarraderas (para maderas, tambos, metales, cajas y rollos de papel), chingullos, tolvas, spreaders, etc. los cuales se someterán a revisión antes y después de su uso, para que siempre se encuentren en condiciones de operatividad.

E) Sistemas funcionales del equipo y sus componentes principales a revisar al efectuar una inspección:

Un sistema funcional en cualquier equipo es aquel que por su importancia en la operación del conjunto puede provocar un paro total o parcial del mismo cuando falle, o que su falla ocasiona posibles daños a la carga o al personal. Por lo tanto es conveniente que durante el diagnóstico de necesidades se estimen los trabajos necesarios para cada uno de ellos.

Los principales sistemas funcionales del equipo y sus componentes son:

1) Sistema Mecánico

a) Sistema motor:

- Revisar el nivel y cambiar el aceite en el carter en caso necesario.
- Vaciar el aceite y volverlo a llenar, revisar el filtro del aceite
- Revisar y ajustar las punterías y balancines del motor.
- Revisar compresión del motor.
- Medir compresión de los cilindros.
- Checar tuercas, empaques y fugas de los cilindros.
- Checar tuercas, empaques y fugas de los múltiples.
- Verificar condiciones del silenciador del escape, así como su montadura.
- Checar velocidad y desbocadas del regulador.
- Checar los ruidos del motor y los gases de escape.
- Revisar o cambiar las bandas de ser necesario.
- Checar la tensión de la banda del generador.
- Apretar las tuercas y pernos del motor.
- Realizar un ajuste general o reparación parcial del motor.
- Ajustar el tiempo de encendido del motor.
- Comprobar y ajustar las rpm. (max. y min.) del motor.
- Afinar el motor: En la cabeza del motor: verificación con tensómetro del apriete de las tuercas a la presión correcta, inspección del empaque para detección de fugas, inspección y limpieza de las válvulas de respiración, inspección de los múltiples de admisión y

escape para control de posibles fugas o desajustes mayores, ajuste de la tolerancia de las válvulas.

b) Eje de tracción y diferencial:

- Limpiar y volver a llenar de grasa engranes y cojinetes
- Revisar y apretar las tuercas de sujeción y los engranes de las ruedas
- Revisar el nivel del aceite del diferencial, vaciar y volver a llenarlo.
- Proporcionar servicio para garantizar que esté limpio al respiradero del eje del motor.
- Desmontar el conjunto, lavar los baleros, rellenar con nueva grasa y ajustar las ruedas directrices
- Inspeccionar los grilletes de los muelles, las bridas y arrancadores

c) Sistema de suspensión y mecanismos de dirección:

- Revisar los cojinetes de las ruedas
- Ajustar biela de la dirección
- Revisar las terminales del juego del volante de la dirección
- Revisar los pasadores y ejes
- Checar dirección de potencia, bomba, válvula
- Revisar servo de la dirección de potencia
- Revisar y apretar el eje de la cruceta de soporte del motor.
- Inspeccionar y lubricar el varillaje de mando y control.
- Verificar y ajustar articulaciones del radio de giro del eje directriz.
- Ajustar el acoplamiento del tornillo sinfin y el sector del mecanismo de dirección.
- Ajustar, revisar o reparar conjunto del eje de la dirección.
- Ajustar, revisar o cambiar si es necesario, pernos y rótulas de dirección.
- Checar el nivel del aceite en el sinfin de la dirección
- Revisar ensamble de la columna de dirección.
- Engrasar y lubricar la dirección, chasis, controles y torre
- Revisar y cambiar los balero de la torre (si la hay)
- Ajustar los baleros del carro de levante
- Alinear las ruedas direccionales

- Revisar la seguridad del montaje de la suspensión.

d) Sistema de combustible:

- Ajustar el carburador
- Checar y limpiar el filtro de aire del carburador.
- Proporcionar servicio a la bomba del sistema de combustible, para que opere apropiadamente.
- Checar el abastecimiento de combustible
- Limpiar la coladera de la tapa del filtro de combustible.
- Revisar los filtros del combustible, cambiarlos si es necesario.
- Inspeccionar las fugas, averías, sujeción de tuberías e instalación apropiada del filtro de combustible en la tapa.
- Afinar el motor: Ajustar el combustible en el carburador, para marcha del motor y vacío.
- Limpiar, checar piezas y reparar vaporizador de gas butano LP
- Revisar el tanque de gas butano LP (cinchos, válvulas, reloj indicador de consumo)
- Revisar y corregir las fugas de gas butano LP
- Cambiar de platinos
- Cambiar el condensador
- Limpiar bujías, calibrar, probar y cambiar de ser necesario.

e) Sistema de enfriamiento:

- Revisar el nivel del agua, líquido anticongelante y estado general en el radiador
- Examinar las mangueras y buscar fugas
- Revisar la lubricación y la montadura de la bomba del agua.
- Verificar la tensión de las bandas del ventilador
- Revisar las mangueras inferior y superior del radiador y cambiarlas si es necesario.
- Revisar el termostato de entrada del agua del motor.
- Revisar y limpiar el filtro de aire.

2) Sistema de transmisión

f) Sistema de embrague y transmisión

- Revisar copa para la expulsión de grasa
- Ajustar y revisar el pedal de embrague del clutch
- Limpiar la cubierta, coladeras, escotillas y anillos correctores de la transmisión hidrotork.
- Revisar el nivel de aceite, vaciar y volver a llenar, revisar la presión.
- Vaciar y volver a llenar el estandar, revisar el nivel
- Quitar la tapa de los engranes, revisar el nivel.
- Drenar y reponer aceite limpio de la transmisión estandar, verificar estado del respiradero.
- Inspeccionar la firmeza del montaje y el desgaste excesivo de cojinetes en la Junta universal.
- Revisar el nivel del aceite de la transmisión del diferencial
- Ajustar mecanismos y varillas de caja de velocidades
- Ajustar palanca selectora de caja de velocidades
- Cambiar el aceite a la transmisión y convertidor si es necesario
- Cambiar el filtro del aceite.

3) Sistema de frenos

g) Frenos: Cilindros, bombas y zapatas

- Revisar líquido de los frenos, agregar si es necesario
- Revisar el funcionamiento de los frenos, ajustar si es necesario.
- Revisar el freno del asiento
- Revisar bomba del sistema hidráulico y tuberías
- Revisar forros de zapatas y conexiones.
- Revisar el freno de mano o el seguro del freno
- Revisar frenos de poder

4) Sistema hidráulico:

h) Sistema hidráulico: Sistemas de levante y tracción

- Revisar la bomba, la válvula y el tanque, que no tenga averías o fugas.
- Revisar convertidor y turbina hidráulica y cambiar bujes de ser necesario.

- Comprobar y ajustar reglaje de presión hidráulica
- Revisar y limpiar filtro de aceite en el depósito hidráulico.
- Limpiar la tapa del agujero del tanque para llenar
- Ajustar las cadenas elevadoras, aceitarlas y revisar eslabones
- Revisar las repisas elevadoras y sus contactos
- Comprobar el empuje del cilindro para inclinar y elevar
- Revisar estoperos, capuchas y pasadores del cilindro para inclinar y del cilindro elevador.
- Lubricar correderas interiores
- Revisar las horquillas elevadoras
- Verificar el funcionamiento de mástil y horquillas
- Prueba de operación y ajuste en el sistema de dirección hidráulica.
- Drenar y volver a llenar el acoplamiento hidráulico.
- Inspeccionar desgastes excesivos en el sostén del cabezal y guías del pistón de la torre de las grúas.
- Checar aceite al sistema hidráulico, cambiarlo si es necesario
- Checar trabajo normal y sin ruidos de la bomba hidráulica
- Revisar y proteger los roces que afecten a las mangueras
- Revisar y limpiar el filtro del aceite del convertidor.
- Revisar y ajustar la velocidad de izado y descenso
- Revisar las fugas del cilindro
- Revisar los pistones de inclinación y verificación de que no existan fugas de aceite.
- Revisar el pistón de levante y verificación de que no tira aceite hasta su altura de trabajo.
- Ajustar palancas de control hidráulico
- Checar aceite de la turbina hidráulica y del filtro.

5) Sistema eléctrico, de control electrónico y vacío:

- i) Instalación eléctrica, acumulador y accesorios
- j) Sistema eléctrico de control (banco de tarjetas)
- k) Sistema de vacío

- Batería: Nivel del electrolito, lecturas del hidrómetro, cables y terminales. Checar que esté libre de corrosión.
- Bombas y escobillas del motor impulsor.
- Bomba y motor impulsor, revisar, limpiar y engrasar, o cambiar los

cojinetes.

- Aparatos indicadores (Amperímetro, etc.)
- Tablero del contactor: Limpiar y ajustar los contactos
- Lubricación de los bujes y el eje.
- Lubricación del motor de arranque.
- Generador y motor de arranque, revisar escobillas.
- Lubricar el distribuidor
- Distribuidor: Ajustar los contactos del ruptor, revisar el rotor, la cubierta y el condensador.
- Sincronización de la ignición
- Buías: Revisar la separación de los electrodos y limpiarlos
- Generador: Lubricación, inspección de la tensión de los resortes de las escobillas, reemplazo de las mismas que estén gastadas, inspección de la superficie del conmutador para corregir cristalización o suciedad.
- Acumulador: Verificación del nivel del líquido, conexión y lectura del hidrómetro.
- Motor de arranque: Lubricación, verificar condiciones de operación, tensión en los resortes de las escobillas, reemplazo de partes gastadas y control de cirtalización y suciedad.
- Distribuidor: Inspección en la tapa del mecanismo de avance centrífugo; libertad de movimiento; calibración y regulación de platinos; puesta a punto de encendido. Ajuste de regulador de velocidad
- Regulador de voltaje: Inspección de conexiones de los cables.

6) Sección inferior, grúas autopropulsadas

- l) Gatos hidráulicos
- m) Módulo central

7) Sección superior, grúas autopropulsadas

- n) Mecanismos de levante de plumas
- o) Telescopio de pluma
- p) Mecanismo de giro de la caseta
- q) Malacates
- r) Banco de control de válvulas
- s) Caseta de control

8) Sección inferior, grúas montadas sobre camión

9) Sección superior, grúas montadas sobre camión

En la figura 5.1 se puede observar una matriz de grupos de equipos contra los sistemas funcionales.

F) Tipos de mantenimiento:

1) Mantenimiento rutinario o de servicio:

Consiste en el chequeo y limpieza general de la máquina, y lo realiza el operador de la máquina, antes de empezar a trabajar o bien al finalizar la jornada de trabajo; el operador debe asegurarse de que el equipo esté funcionando en buenas condiciones, limpio y seguro.

El mantenimiento rutinario no implica cambio de piezas, solo comprobación del estado de ellas.

Los aspectos a revisar de los equipos se realiza a través de los reportes de los operadores (Fig. 5.2), donde consignan las irregularidades, deficiencias y daños observados durante la operación diaria de los equipos, y mediante inspecciones visuales periódicas a través de las cuales se detecta el estado físico de las diferentes partes y sistemas funcionales, integrantes del equipo, captando si presentan deficiencias de mantenimiento o daños específicos; esto es complementario a las normas de frecuencia de inspecciones y al cuestionario guía de verificación de equipo, cuya función y utilidad se analizó en el capítulo de administración del mantenimiento. (Figs. 2.7 y 2.18)

En algunos casos se requiere de pruebas más detalladas como desarmar algún mecanismo o realizar alguna prueba física, etc.

Para el caso de equipos fijos (grúas estacionarias, succionadoras de grano u otros) se designará un responsable único que tendrá entre sus obligaciones la de efectuar el llenado de la forma de control.

MATRIZ DE GRUPOS DE EQUIPOS VS SISTEMAS FUNCIONALES

Figura 5.1

GRUPOS DE EQUIPOS (CUALQUIERA TAMBIEN SEGUIN EL TIPO DE COMBUSTIBLE Y ALIMENTACION DE POTENCIA (DIESEL, GASOLINA O GAS ELECTROLITICO, HIDRO, ELECTRICOS, HIDROALCOHOL, OTROS))	SISTEMAS FUNCIONALES BASICOS										
	1. SISTEMA MECANICO	2. SISTEMA MOTOR	3. SUE DE TRACCION Y OPERACIONAL DE SUSPENSIÓN Y MECANISMOS DE DIRECCION	4. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	5. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	6. SISTEMA DE TRANSMISION	7. SISTEMA DE FREMS	8. SISTEMA HIDRAULICO Y TRACCION DE LEVANTE	9. SISTEMAS ELECTRICOS DE CONTROL Y LADRO DE INSTALACION ELECTRICA, ACUMULACION Y ACCESORIOS ELECTRICOS (BANCO DE BATERIAS)	10. SISTEMA DE LADRO	11. SISTEMA DE LADRO
A 01.- Montacargas de patio para contenedores	X	X	X	X	X			X			
02.- Tractores de arrastre	X	X	X	X	X			X			
03.- Tractocamiones	X	X	X	X	X			X			
04.- Cargadores front./Payloaders	X	X	X	X	X			X	X		
05.- Trascabos, retrocavadores	X	X	X	X	X			X	X		
06.- Vehiculos automóviles, camionetas, camiones, pipas y voltees	X	X	X	X	X			X			
B 07.- Tractor de arrastre - ferro- viario (tracmovil)	X	X	X	X	X			X			
08.- Locomotora de patio **											
C 09.- Succionadorps	X	X	X	X	X			X			X

** Es un equipo especial que debe considerarse unitariamente

MATRIZ DE GRUPOS DE EQUIPOS VS SISTEMAS FUNCIONALES BASICOS

Figura 5.1

GRUPOS DE EQUIPOS	SISTEMAS FUNCIONALES BASICOS																		
	VI SECCION INFERIOR GRUPOS AUTOPROPULSADAS	01 MOTOR MECANICO TEUMATICO	02 TRACCION SENCILLA O DOBLE	03 DIRECCION SENCILLA O DOBLE MIXTA (h/a/a)	04 TRANSMISION (h/n/a)	12 GATOS ESTABILIZADORES	13 MODULO CENTRAL (s/iva)	VII SECCION SUPERIOR	14 MECANISMO DE LEVIANTE DE PLUMA (h)	15 TELESCOPIOS DE PLUMA (h)	16 MECANISMO DE GIRO DE LA CASETA (h)	17 MALACATES (h)	18 BANCO DE CONTROL DE VALVULAS (h)	19 CABETA DE CONTROL (h/n/a)					
D 10.- Grúas hidráulicas autopropulsadas	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X						
11.- Grúas hidráulicas montadas sobre camión								X	X	X	X	X	X						
E 12.- Grúas de celosía **	()		()					

** Es un equipo especial que debe considerarse unitariamente.

*** Incluye aquí los sistemas 04,05,07,09

MATRIZ DE GRUPOS DE EQUIPOS VS SISTEMAS FUNCIONALES

Figura 5.1

GRUPOS DE EQUIPOS	SISTEMAS FUNCIONALES BASICOS									
	VIII SECCION INFERIOR GRUAS MONTADAS EN CAMION	01 MOTOR DEL CAMION	02 TRACCION EN OPERACIONES TRANSERAS	03 DIRECCION EN OPERACIONES TRANSERAS	06 TRANSPORTADOR DE SECCIONES CON CONVOLUCION	12 LA CORREA CON LA CORREA	13 ESTABILIZADORES	20 BOMBAS INFERIORES	IX SECCION SUPERIOR ***	
D 10.- Grúas hidráulicas autopropulsadas										
E 11.- Grúas hidráulicas montadas sobre camión	X	X	X	X	X	X	X			
E 12.- Grúas de celosía **										

** Es un equipo especial que debe considerarse unárimente

*** Según el modelo, se aplican los mismos sistemas básicos que en la correspondiente sección de las autopropulsadas, con adiciones y mayor grado de complejidad.

Figura 5.2

Fecha:	INFORME DE OPERADOR	Turno:
Tipo de Máquinas:	Nº Económico:	
DATOS DEL OPERADOR		
Nombre /	Categoría	
_____		_____
TIEMPO	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	
Horas efectivas trabajadas _____	Gasolina extra _____	
Total en turno _____	Gasolina nova _____	
	Diesel _____	
	Aceite (tipo) _____	
TRABAJO EFECTUADO		

DEFECTOS EN LA OPERACION DE LA MAQUINARIA		

2) Mantenimiento preventivo:

Los costos de mantenimiento del equipo moderno son mayores y también lo son los costos de tiempo ocioso; éste tiempo ocioso queda reducido con un buen plan de mantenimiento preventivo.

Los gastos después de la compra, incluyendo el mantenimiento y servicio de rutina, el reemplazo de piezas y los paros del equipo, son a menudo más importantes que los costos de adquisición, en la determinación del costo total.

Los factores que gobiernan un programa de mantenimiento preventivo son las recomendaciones del fabricante, el funcionamiento del equipo, la urgencia o importancia de la operación, y la disminución en la producción.

Cuando se requiere aplicar un mantenimiento preventivo al equipo móvil, se debe realizar de acuerdo con un calendario de servicios periódicos. Es necesario tener unidades de repuesto que permitan retirar del servicio una unidad completa cuando todavía funciona, para inspeccionarla en condiciones ideales en un taller debidamente equipado.

Este mantenimiento preventivo consiste en:

- Inspeccionar el equipo detalladamente, mediante revisiones a sus sistemas funcionales principales, vistos anteriormente.
- Controlar el desgaste entre las diferentes piezas en movimiento y prevenir el reemplazo de piezas defectuosas.
- Escuchar los ruidos que se pueden producir en los engranes.
- Controlar los principales rendimientos especificados para las máquinas (rapidez, capacidad de elevación, etc.)
- Reemplazar rutinariamente algunas partes del equipo (como bujías), a fin de reducir las fallas durante horas de trabajo; debe recordarse que si falla un equipo, por ejemplo, un montacargas, varios hombres estarán ociosos, además de que se pueden interrumpir las labores de carga y descarga de un buque, hasta que el equipo sea reparado.

a) Lubricación y limpieza: Su finalidad es evitar el desgaste y la corrosión del equipo.

i) Lubricación:

El engrase y lubricación de las máquinas, constituye una fase importante y primordial de todos los programas de mantenimiento preventivo.

La organización del engrasado, su ejecución y su control constituyen una tarea de capital importancia para el servicio de mantenimiento.

El analizar regularmente el aceite usado, así como el vigilar su consumo, puede proporcionar información que ayude no solamente a evitar paros y ahorrar dinero, sino que sirva también para diagnosticar más fácilmente problemas que puedan existir en el motor.

- Organización: La organización del engrase consiste en reunir todos los documentos técnicos editados por los fabricantes del equipo, así como notas técnicas relativas a los tipos de engrasado y lubricantes comercializados en el país.

Escoger el tipo de lubricante conveniente, es un aspecto muy importante para dejarlo a personas inexpertas. El costo será mucho menos elevado que el riesgo de llevar a cabo una utilización inapropiada que pueda causar una descompostura debido a un lubricante de pésima calidad.

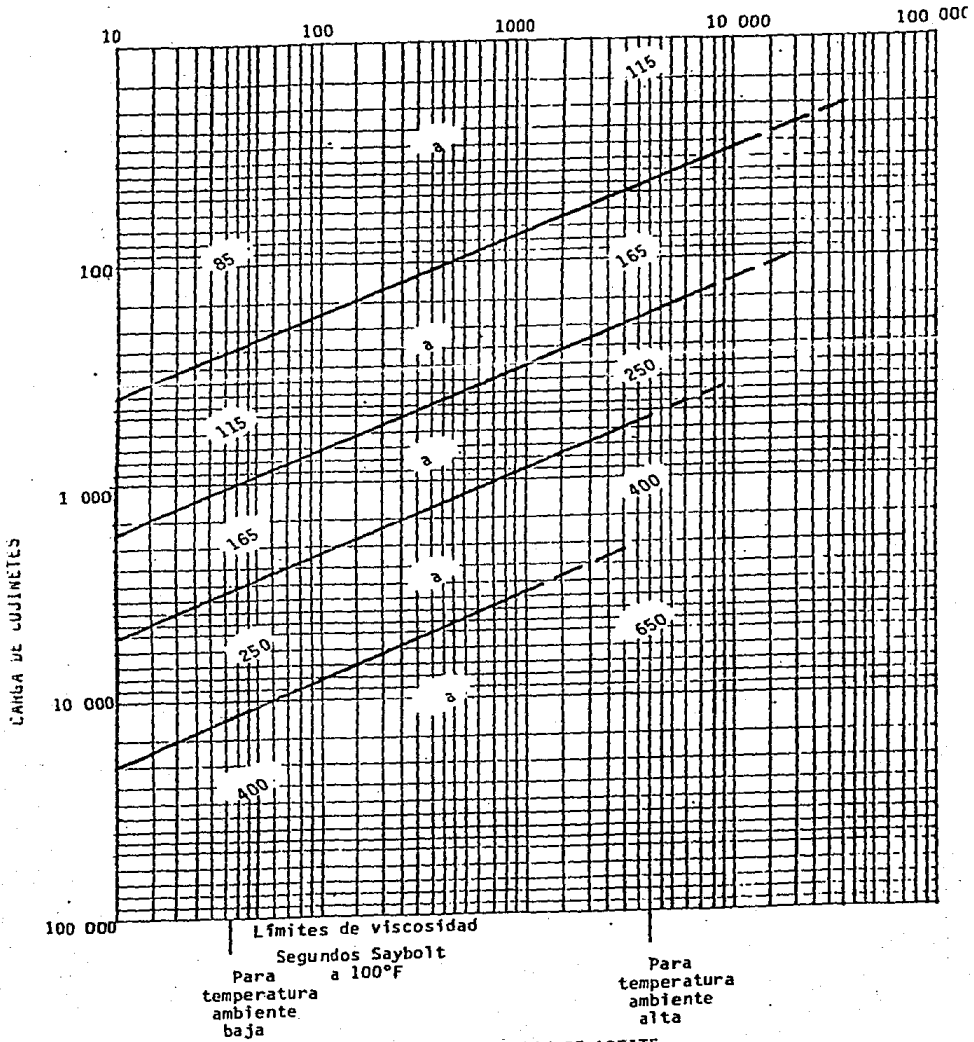
En la figura 5.3 se muestra una tabla para la selección adecuada del lubricante.

El engrase centralizado le permite al Jefe de servicio técnico una mayor combinación de ciertas operaciones de mantenimiento, como por ejemplo el lavado e inspección. De tal manera, los controles de operación se simplifican y por consecuencia ofrecerá mayor seguridad y eficacia.

Este tipo de engrase será perfecto para el equipo móvil que regresa a los talleres después de un gran recorrido o al finalizar la jornada de trabajo y que necesitan un servicio de limpieza, así como lavado y engrasado de vehículos.

Revoluciones por minuto.

Figura 5.3



El engrasado individual se selecciona cuando el equipo no puede desplazarse del lugar de trabajo al taller. En éste caso, el trabajador encargado de engrasar, puede asegurar su servicio auxiliándose con un equipo móvil. (Vehículo equipado con un sistema de lavado a presión, una central de engrasado con mangueras y pistolas de inyección, etc.

- Planeación: Habrá que establecer un plan de engrasado para cada tipo de equipo. La forma más adecuada para presentar las instrucciones de engrasado y lubricación es una forma de esquema de la maquinaria con las siguientes indicaciones:

- . Parte o sistema de la maquinaria sujeta a engrase o cambio de aceite.
- . Símbolo del lubricante que se utilizará.
- . Periodicidad de lubricación

El personal encargado de las actividades de lubricación, del equipo inscrito en el plan de mantenimiento, deberá de disponer de una copia del plan de mantenimiento, los diversos planes de engrasado, y el material necesario para dicha operación.

Dado que las operaciones de engrasado y lubricación son condicionadas por las horas de funcionamiento de los vehículos, la ejecución de una orden de trabajo delegada a un engrasador en turno, será verificada. En ese documento, el jefe mecánico o el supervisor aportará el tipo de trabajo que deberá llevarse a cabo, así como la designación de la máquina y todas las demás instrucciones útiles, para el buen desempeño de la operación.

Al finalizar la Jornada, el engrasador somete la orden de trabajo a su jefe, después de haber precisado:

- .La realización del trabajo encomendado
- .Las cantidades de lubricantes utilizados
- .La cantidad de horas de funcionamiento o kilómetros por cada máquina, al momento de ejecutar la lubricación y engrasado.
- .Eventualmente, los incidentes de funcionamiento constatados. (Fugas de aceite, bandas rotas, ruidos anormales, tapones flojos,

etc.)

- Control: El control del engrasado sera asegurado por:

- .El desempeño y apego de las órdenes de trabajo
- .Las visitas de inspección no anunciadas antes, durante y después de la rutina de engrase, lo que nos permitirá descubrir las áreas que no están cubiertas de grasa o bien que tenga exceso de grasa; debiéndose llevar un registro de cada engrasador para apreciar la calidad de su trabajo.
- .Los informes de inspecciones y visitas.

ii) Limpieza y reemplazo de piezas desgastadas:

Uno de los primeros cuidados que se deben dar a las máquinas y vehículos es la limpieza, para protegerlos de la corrosión y el polvo, por lo que al personal de mantenimiento le corresponde el lavado del equipo y la limpieza de elementos filtrantes instalados en los circuitos, de aceites y de aire.

- Caso de elementos filtrantes: El aire necesario para la combustión, transporta polvo y basura que contribuye a acelerar el desgaste de los cilindros y los segmentos del motor.

La atmósfera puede contener, según las regiones y las estaciones del año, hasta 5 miligramos de polvo por metro cubico de aire, desde este hecho, uno puede medir la importancia de los filtros; se ha observado que un motor diesel puede aspirar de 4 a 8 m³ de aire por minuto de prueba sobre el recorrido efectuado.

Sin el filtro han mostrado que el desgaste ha sido cinco veces más rápido que con un equipo de filtración en buen estado.

Para los aceites de lubricación, la perfecta filtración de éstos es igualmente un factor de longevidad para los motores, para cajas de velocidades y otros sistemas del equipo.

Por lo visto anteriormente, es necesario dar una importancia capital a los elementos de filtración del aire, combustible y aceites en lo que concierne a la limpieza, su reemplazo de piezas si-

guiendo las instrucciones y la periodicidad recomendadas.

- Caso del sistema de combustible: La longevidad de las bombas de inyección y de los inyectores, depende esencialmente de la perfecta limpieza del combustible utilizado, el cual no deberá contener agua, ni materia sólida, ni otra materia extraña.

Las fallas mas comunes se deben a suciedad en el combustible, por lo que será necesario que los elementos filtrantes incluidos dentro del sistema de combustible estén en perfecto estado de funcionamiento, esto impone la estricta observación de su periodicidad de mantenimiento. Dentro de este cuadro se aconseja:

- . Limpiar el tanque de combustible
 - . No vaciar líquido de una pipa hasta que se haya dejado reposar de combustible.
 - . Vaciar de cuando en cuando el agua acumulada en los prefiltros decantadores.
 - . Respetar las indicaciones e instrucciones necesarias para reemplazar los elementos filtrantes siguiendo la periodicidad recomendada.
 - . Purgar el sistema de combustible después de la primera Jornada y después de estar parado durante un tiempo prolongado, por lo tanto, también será necesario el reemplazo de los elementos de filtro de combustible y en caso de existir aire en ese sistema.
- Casos del sistema de enfriamiento: Todas las soluciones líquidas de enfriamiento deben de satisfacer las bases siguientes:
 - . Asegurar una transferencia de calor satisfactorio.
 - . Asegurar una protección contra la corrosión en el interior del sistema de enfriamiento.
 - . Evitar la formación de costras o residuos en el sistema de enfriamiento.
 - . Ser compatible con el material del radiador y mangueras del sistema de enfriamiento.
 - . Asegurar una protección contra el congelamiento en caso del funcionamiento a baja temperatura.

Además los recipientes del líquido de enfriamiento deberán vaciarse regularmente, (vaciar por separado el mono bloque y el radiador). Hay que limpiar cuidadosamente el sistema antes de armarlo nuevamente.

b) Ajuste y revisión de los mecanismos, para reemplazar a tiempo las piezas gastadas.

Durante el periodo de vida inicial de un equipo nuevo, los fabricantes recomiendan ciertos cuidados relativos a los principales sistemas de una máquina dada; esto será necesario para compensar el desgaste normal de las piezas. Para el equipo que rebasó el periodo de asentamiento, no es necesario ningún ajuste si el funcionamiento y el rendimiento de las partes observadas son satisfactorias. Simplemente, las verificaciones diarias, las inspecciones y las visitas técnicas nos mostrarán ciertas anomalías.

En relación a las operaciones de ajuste, generalmente estas operaciones cubren:

- La verificación del estado de los resortes de la maquinaria, las válvulas y la calibración de los balancines que deberán corresponder a la recomendada por los fabricantes según las marcas y tipos de motores.
- El ajuste del régimen de baja velocidad de los motores.
- El ajuste de tensión de las bandas. Es necesario que las bandas estén correctamente tensadas para asegurar una carga normal del alternador o del dínamo y un funcionamiento correcto de la banda de la bomba de agua. Una tensión exagerada tiene el riesgo de provocar un desgaste rápido y el deterioro de los rodamientos de la bomba de agua y el alternador o del dínamo.
- El ajuste de las carreras de los pedales de embrague y freno.
- La verificación y el ajuste de las balatas de freno (cambiar si las balatas tienen el espesor muy reducido).
- El ajuste de la tensión de cadenas y cables de levantamiento.
- La verificación y el ajuste de inyectores y bombas de inyección.

c) Inspecciones y revisiones:

Las inspecciones de mantenimiento preventivo constituyen un conjunto de operaciones que permiten descubrir todo desgaste o situación anormal, que puede sobrevenir durante la utilización del equipo. Este método de mantenimiento necesita de ajustes momentáneos de máquinas y una mano de obra calificada y contribuye globalmente al aumento de la tasa de disponibilidad del equipo. Se consideran aquellas anomalías que puedan ser efectuadas en los tiempos muertos que no perturben la operación, ni la carga de trabajo de los empleados de la unidad de mantenimiento.

La experiencia muestra que estas inspecciones permiten suprimir de 50 a 60 % de los paros si estas son bien organizadas.

Durante la utilización del equipo, el Jefe del servicio de mantenimiento introducirá un sistema de control, destinado a revelar y prevenir toda forma de desgaste anormal de las máquinas. Dicho control se puede organizar en forma de inspecciones periódicas realizadas por técnicos especializados.

1) Periodicidad de las inspecciones:

La periodicidad variará de acuerdo a las condiciones ambientales o de trabajo existentes; también dependerá de la disponibilidad de personal especializado.

Por lo anterior se propone la siguiente periodicidad:

- Cada año para inspección del estado físico de los activos de la empresa.
- Cada 3 ó 6 meses para inspecciones recomendadas en el manual del fabricante.
- Diariamente para inspecciones de rutina.

Las revisiones periódicas preventivas, deberán ser lo mas completas posibles, se efectuarán generalmente sobre las máquinas en funcionamiento las cuales serán puestas fuera de operación por algún tiempo,

segun el grado de complejidad de dicha maquinaria.

d) Análisis de los manuales de mantenimiento:

Los manuales editados por los fabricantes, en materia de manejo y mantenimiento de equipo, constituye un punto de partida para establecer un programa de mantenimiento preventivo, por lo cual dicha documentación no es para que se encuentre guardada, sin que se utilice o consulte.

El usuario analizará y estudiará estos documentos y desarrollará un programa de mantenimiento que responda a sus necesidades, de acuerdo a los medios de que dispone.

Generalmente todo manual de mantenimiento de un equipo dado deberá comprender:

- Una descripción general del equipo y de sus especificaciones
- La instrucción de operación del equipo
- Las instrucciones concernientes al engrasado y la lubricación
- Los diferentes planos y esquemas de mecanismos: transmisión de movimientos, de circuitos eléctricos y de circuitos hidráulicos.
- Las instrucciones relativas a las reparaciones y al desarme y armado de sistemas.

Las instrucciones incorporadas en los manuales de mantenimiento y de manejo de equipo, generalmente no toman en cuenta el nivel escolar del personal que las utiliza y en tal caso el Jefe de mantenimiento deberá adaptar las recomendaciones a sus necesidades, introduciendo aquellas operaciones que no figuren en el manual.

3) Mantenimiento correctivo:

El tipo de mantenimiento más crítico, es el mantenimiento en caso de avería.

Tratándose de un equipo de alta velocidad, como las grúas de contenedores, el tiempo en que el equipo esté fuera de servicio, puede ser de importancia capital, por lo cual el tiempo de reacción es sumamente importante.

En algunos casos, hay que recurrir a reparaciones provisionales del equipo, en las cuales se debe tener muy en cuenta la seguridad del operario, y posteriormente habrá que revisarlas para arreglarlas bien.

Otro tipo de mantenimiento correctivo es el que entraña modificaciones que comprenden mejoras técnicas, mejoras de seguridad y cambios diversos que solicitan los usuarios; antes de introducir cualquier modificación, hay que estudiar todas las posibles consecuencias. Estas modificaciones pueden proceder de los operadores del equipo, de los supervisores, de los fabricantes y de otros puertos, pero en cualquier caso se deben analizar los costos, de modo que no se gaste dinero sin obtener un rendimiento adecuado.

6) Ciclos de revisión:

De acuerdo a los diferentes tipos de utilización, los equipos pueden recibir mantenimiento en periodos expresados en horas de funcionamiento, en kilómetros recorridos, en consumo de combustible.

Para maquinaria portuaria, se recomienda que el periodo se exprese en horas de funcionamiento o de marcha y en kilómetros para vehículos dedicados al transporte en largas distancias.

A todo el equipo que posee un puerto para la realización de sus maniobras, se le asignarán ciclos de revisión, los cuales se determinarán con base en las recomendaciones del fabricante y habrá que adaptarlos de acuerdo a los criterios siguientes:

- Condiciones reales de utilización del equipo (clima ambiental, infraestructura, capacitación de los operadores, tipo de trabajo realizado).
- Vida útil de la máquina o de un elemento de la máquina. La experiencia del técnico y las estadísticas son fundamentales para esta estimación.
- Conocimiento de la calidad de grasas y lubricantes después de su utilización (análisis y selección de aceites).
- Estado y edad media de la flota vehicular.
- Seguridad para el personal y los equipos.

1) Inspección diaria o de rutina:

Diariamente el operador de la máquina revisará los siguientes puntos:

- Estado mecánico general.
- Visibilidad general.
- Nivel de aceite de los frenos, y condición en que se encuentran.
- Nivel de aceite del motor, del hidráulico, de la transmisión y del diferencial, y añadir si es necesario.
- Bandas del ventilador.
- Batería: Nivel del electrolito, y checar que esté libre de corrosión.
- Limpieza de los filtros de aire, de combustible, de aceite.
- Sistema eléctrico en general.
- Nivel del agua del radiador, añadir si es necesario.
- Llantas: Checar la presión del aire, su desgaste y que no tengan roturas en los costados.
- Apriete de las tuercas de las ruedas.
- Que no existan fugas en los circuitos: de aceite, de agua, de combustible.
- Nivel del tanque del combustible (conviene mantenerlo siempre lleno para evitar su corrosión)
- Cabina de conducción: Limpieza, fijación o reparación del asiento.
- Pedales y varillaje de frenos, embrague y acelerador.
- Palanca del freno de mano.
- Funcionamiento de los instrumentos del tablero que accionan las unidades luminosas.
- Apriete de tornillos y tuercas que se encuentren flojas.
- Funcionamiento de las luces traseras intermitentes.
- Funcionamiento del claxon.
- Funcionamiento de palancas de mando.
- Funcionamiento de medidores.
- Presión del aceite.
- Funcionamiento general del motor en marcha lenta y en alta velocidad.
- Nivel de nocividad de los humos.
- Juego del volante de dirección.
- Los tapones de agua, aceite y gasolina
- Estado de la pintura en general, retocar si es necesario.

Habrá que definir todas estas tareas de una manera clara y precisa, con base en un manual de mantenimiento rutinario o simplemente con una ficha de instrucci3n para cada clase de equipo.

2) Inspecci3n a las 100 horas: Esta revisi3n es realizada por el personal de mantenimiento y consistirá en todo lo de la inspecci3n rutinaria y además verificar o realizar los siguientes puntos:

- Bujías (reponerlas en caso necesario).
- Contacto del distribuidor.
- Generador y regulador de voltaje.
- Instrumentos de medici3n.
- Bocinas.
- Sellos del gobernador.
- Carga del gobernador baja y alta.
- Sistema de enfriamiento.
- Presi3n del aceite.
- Limpieza del purificador.
- Cambio el aceite.
- Chequeo de las condiciones del motor: Buena, regular, mala.
- Acumulador de servicio.
- Lubricaci3n completa.
- Revisi3n del acoplador.

3) Inspecci3n a las 200 horas (cada mes): Todo lo de inspecci3n a las 100 horas y además se realizarán o revisarán los siguientes puntos:

- Revisar la compresi3n de cada cilindro, en caso necesario.
- Probar la bocina y el condensador.
- Poner nuevos contactos.
- Limpiar y revisar carbones del generador y motor de arranque.
- Revisar punterías.
- Reponer bandas del ventilador.
- Revisar forros de frenos.
- Revisar volantes de direcci3n.
- Revisar muelles.
- Revisar neumáticos.
- Revisar pintura.
- Lavar y limpiar toda la máquina.

- Engrasar varillas y articulaciones.
- Reemplazar elementos filtrantes (combustible, aire, aceite).
- Cambiar aceite y filtro del carter del motor.
- Verificar tensión de la banda.
- Verificar estado de funcionamiento del circuito de carga eléctrica.
- Purgar los cilindros y líneas hidráulicas.
- Aceitar y verificar las cadenas de elevación (si las hay).
- Revisar rótula de la rueda.
- Revisar barra de acoplamiento.
- Checar eje de reenvío de la dirección.
- Revisar gato de servodirección.
- Revisar eje del mástil.
- Lavar el filtro del aceite del convertidor.

4) Inspección a las 500 horas (3 meses): En éste momento el equipo se retira de la operación para ser sometido a un mantenimiento mayor el cual consistirá en reponer las partes desgastadas y dañadas y lograr así una buena conservación del equipo. Se realiza lo mismo que en la inspección a las 200 horas pero además se hacen las siguientes revisiones y actividades:

- Ajustar el sistema direccional
- Revisar el sistema de escape
- Ajustar el eje direccional y el varillaje
- Revisar arbol de transmisión
- Revisar arbol de entrada de bomba hidráulica
- Verificar desplazamiento, bridas y cabeza del cilindro hidráulico de inclinación.
- Limpiar el embrague
- Reemplazar el filtro de la transmisión
- Verificar el apriete de tornillos de fijación del mástil.
- Controlar los tornillos de fijación al eje.
- Engrasar la varilla del volante de dirección
- Buscar las fugas y acumulaciones de residuos en el radiador.
- Reparar las fugas de aceite, de agua y de combustible.
- Buscar y reparar las fugas en las líneas y en los cilindros hidráulicos en el circuito hidráulico, servo-dirección y frenos.
- Buscar tornillos flojos o huellas de desgaste en el mástil, tablero, horquillas y protecciones

- Investigar si existen fugas en el reductor y eje motor.

5) Inspección a las 1000 horas (6 meses): Lo mismo que en la inspección a las 500 horas, además se realizan las siguientes actividades:

- Afinar el motor.
- Revisar el purificador del aire.
- Revisar la bomba de aceite.
- Revisar pistones y tornillos de seguridad.
- Revisar sistemas de ventilación.
- Revisar múltiple del tubo de escape.
- Revisar válvula de descarga.
- Ajustar los Juegos que tengan los sistemas.
- Revisar el distribuidor.
- Ajustar los puntos de contacto.
- Ajustar los tiempos de encendido.
- Revisar tacómetros.
- Ajustar carburador.
- Ajustar el gobernador.
- Revisar cojinetes.
- Limpiar terminales.
- Purgar los frenos.
- Ajustar el freno de mano.
- Revisar el sistema de enfriamiento.
- Limpiar y ajustar los ejes.
- Revisar presión del sistema hidráulico principal.
- Lubricar y ajustar todas las partes que lo requieran.
- Engrasar rodamientos de las llantas.
- Verificar el desgaste de las balatas de freno, inspeccionar los tambores y efectuar los ajustes necesarios de freno y embrague.
- Vaciar la caja de transmisión.
- Verificar los inyectores.
- Diagnosticar e inspeccionar desde el punto de vista técnico.
- Reemplazar los elementos filtrantes del comando hidráulico, circuito de servo dirección, de frenado y embrague.
- Vaciar, reemplazar el elemento filtrante de la transmisión automática.
- Limpiar el cendal de aspiración.

- Realizar ajuste general o reparación parcial del motor.
- Cambiar platinos.
- Cambiar el condensador.

6) Inspección a las 2000 horas (Cada año):

- Vaciar el circuito hidráulico y lavar filtro. Volver a llenarlo.
- Vaciar carter del motor y caja de velocidades mecánicas y reductor. Volver a llenarlos de aceite.
- Calibrar punterías.
- Vaciar el tanque de combustible y limpiarlo.
- Enjuagar y desincrustar el sistema de enfriamiento.
- Renovar el líquido de frenos.
- Enjuagar y volver a llenar el sistema de enfriamiento.
- Vaciar y volver a llenar el comando hidráulico, de servodirección, de frenado y embrague.
- Reemplazar los elementos filtrantes.
- Cambiar el aceite de la transmisión mecánica de la caja de velocidades.
- Cambiar por nuevos los rodamientos de rueda eje director, eje motor (normal): Cambiarlos por nuevos.
- Verificar y ajustar el juego de las válvulas del motor.
- Cambiar los filtros de combustible.

7) Partes específicas a revisar en diferentes tipos de equipo:

Aparte del mantenimiento de ciclos vistos anteriormente, se someterán a revisión algunas partes específicas de los grupos de equipo, dichas partes son:

a) En grúas móviles y fijas:

- Apareja de izamiento
- Winches
- Pluma de la grúa
- Sistema de autopropulsión de la grúa móvil
- Nivel de los rieles

- Estado de poleas
- Perno del cilindro de polea
- Estado de los cables (que estén en buenas condiciones)
- Tensión de bandas
- Engrane de giro (abierto)
- Carrera de pedal

b) En las bandas transportadoras:

- Rodillos
- Bandas
- Sistemas alimentadores
- Sistemas de descarga

c) En la succionadora de granos:

- Sistema de succión y descarga

d) En los montacargas: (Según el combustible que emplea)

- Presión del gas LP, nivel de la gasolina, del diesel, o la carga de su acumulador
- Sistema de elevadores
- Sistemas de enfriamiento

Los montacargas representan el grupo de equipo con mayor número de unidades en el puerto y por lo tanto, de los que se tendrán mayor número de unidades a mantener.

B) Sustitución y reconstrucción de equipo:

1) Sustitución:

La sustitución del equipo puede ser debida a dos causas: deterioro u obsolescencia gradual y por avería súbita; el equipo portuario pertenece generalmente a la primera categoría y la dificultad estriba en comparar el costo del nuevo equipo con el creciente costo de mantener la eficien-

cia del equipo viejo, ya que llega el momento en que es más económico sustituir un equipo viejo que mantenerlo en funcionamiento con un creciente costo de explotación.

El problema que tiene la administración es establecer un plan de sustitución tal que los costos de explotación economizados con el empleo del nuevo equipo compense el costo inicial de su compra.

Las nuevas técnicas empleadas por la administración para determinar el momento preciso de un cambio de equipo, consisten en determinar la vida económica de cada componente del equipo; un punto de partida es la solución del costo mínimo, pero será necesario apartarse de ella, cuando debido a los progresos de la tecnología, un equipo se quede obsoleto por razones ajenas a su costo de mantenimiento.

Para tener una idea más clara de los diferentes planes de sustitución, lo mejor es conocer los valores actualizados de todos los costos futuros correspondientes, esto se logra a través de un análisis de beneficio costo.

Entre los costos futuros figuran los de mano de obra, energía eléctrica, mantenimiento y tiempo de inmovilidad. No se deben contar en los gastos de mantenimiento de cada año los costos de la reparación de daños accidentales ya que esos daños son en gran parte independientes de la edad y no afectan la vida económica.

El retiro de cierto equipo de la lista no reduce ésta, porque otro equipo pasará a ocupar el lugar vacante. El resultado neto será el mejoramiento constante de los equipos e instalaciones más costosas de sostener.

Otra forma de sustitución satisfactoria sería que según las estadísticas de los costos, el reemplazo de un elemento cada "n" años, cuando su mantenimiento cada "n+1" años, resultara más costosa.

Para la determinación del tiempo de utilización económica de un elemento del equipo es preciso calcular el valor actualizado de todos los costos futuros inherentes a cada plan de sustitución.

En general los costos que han de incluirse son todos aquellos que dependen de la edad del equipo. No es necesario tener en cuenta los costos que no varían en función de la edad del equipo, como son los costos de mano

de obra y de energía. Los costos corresponden a un determinado periodo de tiempo y su valor actual debe calcularse en la forma siguiente:

En el caso de los elementos del equipo que se deterioran se supone que costos van aumentando año con año, debido al aumento de los costos de mantenimiento. En tal caso puede demostrarse que son aplicables las siguientes reglas para minimizar los costos:

- Regla 1: Si el costo de reemplazar un elemento cada "n+1" años es inferior al costo de hacerlo cada "n" años no hay que reemplazar ese elemento.
- Regla 2: Si el costo de reemplazar un elemento cada "n+1" años es superior al costo de hacerlo cada "n" años, hay que reemplazar ese elemento.

Un programa de compras o de reemplazos a largo plazo, cuando se busca sustituir equipo ineficaz, superado o gastado tendrá perfecta justificación y ser mas aceptable que hacer solicitudes aisladas por piezas individuales.

El conocimiento del volumen de refacciones para un tipo específico de equipo es un factor útil en determinar el tiempo de reemplazo.

a) Factores que influyen en el reemplazo:

- Horas de servicio del equipo
- Edad del equipo
- Costo y frecuencia de reparaciones y mantenimiento
- Obsolescencia
- Costo y frecuencia de los tiempos muertos.

2) Reparaciones mayores a equipo:

En una reparación mayor es necesario efectuar un conjunto de inspecciones, servicios y cambios de partes y repuestos de largo periodo de duración o vida útil y que están incluidas en los principales sistemas de una máquina tales como el motor, el sistema de embrague, la caja de velocidades,

el diferencial; estas reparaciones se llevan a cabo por tiempo de calendario o por horas de operación, dependiendo del tipo de unidad y sistemas a tratar.

Ejemplos de reparaciones mayores pueden ser el ajuste del motor, la reparación general del diferencial, el desmontaje y reparación de la caja de velocidades, compostura del impulsor, compostura del carburador, etc.

Otra posibilidad que genera reparaciones mayores lo constituyen los accidentes que sufre la maquinaria.

a) Características principales de las reparaciones mayores:

- Consumen gran cantidad de materiales y mano de obra en una sola ocasión
- Ponen fuera de servicio la unidad, generalmente por varios días.
- Son a largo plazo

3) Reconstrucción de maquinaria

La reconstrucción de maquinaria incluye aquellos trabajos de inspección, ajuste, servicio y cambio de partes y repuestos que se ejecutan en las unidades cuando éstas sobrepasan el periodo de vida económica. Estos trabajos se aplican a todos los sistemas de una maquinaria con el propósito de regresarlos a su estado original o lo más cercano a él.

Es conveniente recalcar la importancia que tiene la reconstrucción de maquinaria en el ámbito portuario de los países en vías de desarrollo y las causas que la originan como pueden ser la falta de divisas y la restricción a las importaciones, que han dado como resultado que el personal de mantenimiento del puerto se incline por las actividades de reconstrucción de maquinaria como sustituto de su reemplazo por unidades nuevas, práctica muy común en países desarrollados.

La reconstrucción también puede ser por accidente por finalizar la vida económica de la maquinaria y no existir en el mercado equipo con mayor capacidad de producción.

a) Costo de una reconstrucción de maquinaria

El análisis económico de la reconstrucción de maquinaria incluirá:

- Una Justificación económica de la reconstrucción de una unidad si se compara con la adquisición de una unidad nueva.
- Un análisis de las ventajas en el caso de ahorro de divisas.
- Un análisis financiero

Para estimar el costo de reconstrucción de maquinaria es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- La mano de obra necesaria a distintos niveles de la organización.
- Las partes y refacciones necesarias, tomando en cuenta los trabajos externos de reconstrucción y ajuste de partes reparables.
- El tiempo necesario para adquirir partes y refacciones.
- El tiempo necesario para reconstrucción y ajuste de partes reparables.
- El tiempo exclusivo para reconstruir la maquinaria.

La suma de éstos tiempos dará como resultado el tiempo necesario para reconstruir una maquinaria. Para estimar el costo de éste tiempo total es necesario incluir el cálculo del costo de los días que se tendrá fuera de servicio la unidad a reconstruir, o bien el alquiler de la unidad de reemplazo.

El cálculo del costo diario de una maquinaria fuera de servicio es algo complejo, ya que puede ser muy alto o llega a ser cero según la situación de la unidad de mantenimiento.

Si la unidad de mantenimiento cuenta con una gran plantilla de maquinaria de repuesto, el costo diario de la unidad fuera de servicio por reconstrucción, podría llegar a ser cero.

Si la unidad de mantenimiento cuenta con una sola maquinaria y ésta está en reconstrucción, el costo diario de la unidad fuera de servicio será lo que cueste el alquiler y gastos de operación de una unidad similar que sustituya a la que está en reparación.

Como se puede observar, el costo diario de tener fuera de servicio una unidad por reconstrucción es diferente según el caso. Por lo tanto el costo del tiempo necesario para reconstruir la maquinaria podría ser despreciable o cero, o ser el producto del costo diario por el número estimado de días que llevará la reconstrucción.

Para estimar el costo de la mano de obra utilizada en el transcurso de la reconstrucción, deberá calcularse el número de personas de diferentes niveles y especialidades que participarán, luego multiplicar el sueldo bruto de cada una de ellas, incluyendo prestaciones sociales por el número de días que trabajarán en la reconstrucción. La suma total da como resultado el costo de la mano de obra necesaria para la reconstrucción de la maquinaria.

La estimación del costo de las partes, repuestos y trabajos externos de reconstrucción o ajuste de partes reparables, es en esta etapa una labor más sencilla, ya que se cuenta con el manual de partes, la clasificación de partes y repuestos y la determinación de partes que se reparan en talleres externos.

Contando con esta información se verificará con qué partes y repuestos de los necesarios cuenta el almacén general, y de los que no haya en existencia se investiga su costo unitario en las refaccionarias o con el distribuidor de la unidad.

Al haber determinado qué partes se repararán, será necesario obtener cotizaciones de los talleres de más prestigio por su responsabilidad en los trabajos.

El costo de las partes, repuestos y trabajos externos es la suma del costo de reposición de las partes y repuestos existentes en almacén mas el costo de las partes y repuestos faltantes, mas el costo de la cotización mas conveniente de trabajos externos.

En conclusión, el costo estimado para reconstruir una maquinaria es la suma del costo del tiempo necesario para la reconstrucción mas el costo de la mano de obra utilizada en la reconstrucción mas el costo de partes, repuestos y trabajos externos de reconstrucción o ajuste

de partes reparables.

b) Inspección de unidades susceptibles de reconstrucción:

El objetivo de la inspección previa de las unidades susceptibles de reconstruirse es estimar el alcance que tienen las fallas en los sistemas de la maquinaria e identificar procedimientos correctivos.

La técnica de inspección se basa en los siguientes puntos:

- Desglose de la unidad en sistemas
- Comparación del funcionamiento correcto de los sistemas con el estado actual.
- Estimación de procedimientos correctivos

c) Secuencia de actividades de reconstrucción de maquinaria:

- Lavado de la unidad
- Desarme de la unidad en sistemas
- Lavado de los sistemas
- Desarme de los sistemas en partes
- Lavado de las partes
- Comparación de acuerdo a especificaciones técnicas, que partes se desechan y compran nuevas, y que partes se reconstruyen.
- Ensamble de los sistemas de la unidad con partes nuevas o reconstruidas.
- Ensamble de la unidad de sistemas
- Prueba funcional de la unidad reconstruida.

d) Captación de información técnica:

La siguiente etapa, previa a la reconstrucción de maquinaria, es la captación de información técnica cuyo objetivo es conocer de previo todos los aspectos técnicos, operacionales y de mantenimiento de la unidad. Dicha información debe contener:

- 1) Ficha técnica o ficha de maquinaria: Encierra todas las especificaciones técnicas de la unidad, como dimensiones, peso, tipo de motor,

número de cilindros, voltaje (si es eléctrico), etc., lo cual debe obtenerse del fabricante o en caso contrario extraerse de los manuales de operación y mantenimiento.

ii) El historial de maquinaria: Es un documento de control de equipo, el cual registra las fallas y correcciones que ha tenido el equipo en toda su vida operacional. Esta información es muy valiosa ya que ayuda a detectar partes más débiles y da la pauta para seleccionar repuestos de mayor calidad y construir piezas de materiales más adecuados. Este documento se obtiene de los registros de la unidad de mantenimiento y el hecho de no llevarse conduce a la repetición de errores.

iii) El manual de operación: Es un documento que generalmente acompaña a la maquinaria en el momento de su adquisición e incluye todos los aspectos relacionados con inspecciones (niveles de aceite, agua, líquido de frenos), insumos (tipos de aceites, combustibles) y especificaciones de operación de la maquinaria (presión del aceite, temperatura del motor, rpm de la máquina), además de que contiene instrucciones sobre cuidados en el manejo y operación de la máquina en situaciones especiales.

iv) El manual de mantenimiento: Es un documento que incluye aquellos servicios, ajustes y reglajes que deben realizarse periódicamente a todos los sistemas de la maquinaria para garantizar su vida de operación, y que puede adquirirse con los distribuidores de maquinaria.

v) Manual de partes: Incluye una serie de dibujos en despiece acompañados de una lista descriptiva de cada componente que contiene el número de partes según el código que maneja la fábrica y las especificaciones técnicas de cada uno.

Esta información será utilizada después de desarmar y examinar pieza por pieza la unidad, para determinar la cantidad de ellas que debe adquirirse, estimar el costo de los repuestos y confeccionar el próximo pedido. Este manual puede adquirirse en las refaccionarias a través de los distribuidores de maquinaria.

e) Desarme de la unidad por sistemas:

El objetivo del desarme de la unidad en ésta etapa del proceso, es estimar el costo derivado del tiempo, la mano de obra y los materiales que se requerirán en caso de reconstruir una maquinaria.

Los pasos a seguir para llevar a cabo dicho objetivo son los siguientes:

- Limpieza de la unidad
- Desarme de la unidad por sistemas
- Limpieza de los sistemas
- Desarme de los sistemas en componentes
- Clasificación de las componentes de cada sistema en repuestos y reparables.
- Determinación, de acuerdo a especificaciones técnicas, si una parte reparable se reconstruye, se ajusta o se desecha y se adquiere una nueva.
- Estimación del costo de la reconstrucción, tomando en cuenta:

- . El tiempo necesario para la reconstrucción

- . La mano de obra necesaria a distintos niveles de la organización

- . Las partes y repuestos necesarios, tomando en cuenta los trabajos externos de reconstrucción y ajuste de partes reparables.

Los repuestos son aquellas partes que al fallar se sustituyen por otras nuevas y las que fallaron se desechan, por ejemplo: filtros, bandas, mangueras, bujías, focos, etc. En el caso de reconstrucción de maquinaria es recomendable cambiar por partes nuevas todas las partes de repuesto.

Las partes reparables son aquellas que al fallar se sustituyen por partes nuevas o reparadas y las que fallan se envían a los talleres para su reparación, por ejemplo: flechas, chumaceras, cigueñales, rotores, estatores y otras.

Al tener la clasificación de partes reparables se deberá determinar, según el desgaste sufrido y de acuerdo con las especificaciones técnicas del manual de mantenimiento o de las listas de especificaciones de maquinaria que suministran algunas refaccionarias, si estas partes se reconstruyen, se ajustan o se desechan y se adquieren otras nuevas.

1) Instrumentos de medición:

Entre los instrumentos de medición más utilizados para hacer las com-

probaciones de desgastesufrido en las partes reparables, se encuentran:

- Reglas planas: de superficie completamente plana, para comprobar el estado en que se encuentra la superficie del block de cilindros y de la culata o cabeza del motor, permitiendo detectar vencimientos en caso de que los haya.
- Bloques en "V": Para montar flechas, árbol de levas y cigueñales, para comprobar su alineación.
- Calibradores Vernier: Para efectuar mediciones del largo, ancho y profundidad de piezas que se desee comprobar.
- Micrómetro de exteriores: Para medir los muñones del cigueñal, árbol de levas, bulones debiela y comprobar el estado de desgaste en que se encuentran.
- Micrómetro de interiores: Para comprobar los diámetros interiores de los cilindros del motor y otros orificios, detectando sus desgastes.
- Calibrador de hojas o de espesores: Para comprobar todo tipo de juegos o separaciones.
- Indicadores de carátula: Para determinar la conicidad y ovalización de los cilindros.

f) Análisis de decisiones en la reconstrucción de maquinaria:

No es sencillo decidir si una unidad se reconstruye o se reemplaza, por lo que no se debe dejar esta decisión a la intuición.

Para llegar a una decisión aceptable se deberá realizar un análisis económico y financiero para Justificar si se reconstruye la unidad existente o se reemplaza por una unidad nueva.

El objetivo de esta sección no es realizar un análisis económico y fi-

nanciero, porque no compete al trabajo de mantenimiento, pero lo que si se debe hacer es interpretarlo, porque en los registros e información de mantenimiento se basará el departamento administrativo, para Justificar que se reconstruya la unidad o se reemplace.

i) Los datos que solicita el departamento administrativo de la empresa a la unidad de mantenimiento, para iniciar el análisis de decisiones son:

- El costo de adquisición de la unidad existente. Precio comercial del momento.
- El costo estimado de reconstrucción de la unidad existente.
- El costo de la unidad nueva propuesta para reemplazo.
- El registro de los costos de operación y mantenimiento durante la vida de la unidad existente.
- El costo anual estimado de operación y mantenimiento para la unidad nueva y una unidad reconstruida.
- El costo de rescate de la unidad existente
- La información técnica de la unidad existente y de la unidad nueva propuesta para reemplazo.

ii) Los puntos que incluye un análisis económico y financiero y que realiza el departamento administrativo son:

- Comparar el costo de la unidad nueva con el costo estimado de reconstrucción de maquinaria más el valor presente (precio comercial) de la unidad existente.
- Comparar los costos anuales estimados de una unidad nueva con los costos anuales estimados de la unidad existente reconstruida.
- Comparar el componente de divisas necesario para adquirir una unidad nueva, con el necesario para reconstruir la unidad existente.
- Comparar la vida útil y la vida económica estimada de la unidad nueva con la que nos ofrece la unidad existente al reconstruirla.
- Comparar la productividad y avances tecnológicos de la unidad nueva con la que nos ofrece la unidad existente al reconstruirla.
- Analizar la conveniencia de reconstruir o reemplazar la unidad existente en términos de la economía nacional.

iii) Consideraciones financieras que se deben tomar en cuenta:

- Los recursos financieros para reconstruir o adquirir una unidad nueva (propios, prestamos, otros)
- El interés, plazo y servicio de la deuda, en caso de préstamos.
- El análisis de ingresos y costos (en el periodo de reconstrucción, y en el periodo de operación), flujo de caja para solventar el periodo de reconstrucción y si se puede solventar la operación.
- Las posibilidades de incentivos financieros por parte del gobierno o medidas o incentivos fiscales, por ejemplo cooperativas.
- El análisis de tarifas durante el periodo de vida útil de la unidad nueva y de la unidad reconstruida, para ver la factibilidad de compra.

Los puntos que incluye un análisis económico y financiero se han descrito en términos sencillos de comprender, aunque en la práctica los economistas utilizan otros términos como valor de rescate, costos corrientes, costos de capital, precio virtual, amortización, depreciación y otros.

g) Control de calidad, cumplimiento con especificaciones técnicas y prueba funcional:

Para establecer un sistema de control de calidad en un proyecto de reconstrucción de maquinaria es necesario conocer todo tipo de normas de mecanizado, documentación técnica y pruebas funcionales de los diferentes sistemas de una maquinaria. Las normas de mecanizado son aquellos factores que necesariamente tiene que reunir una pieza maquinada para llenar satisfactoriamente las funciones para las que se fabricó, de acuerdo al trabajo a desempeñar. Dichos factores son:

- Precisión: Fabricación de piezas con sus medidas correctas de acuerdo a un plano trazado.
- Acabado: Se entiende por acabado el grado de pulido con que se termina una pieza. En máquinas de combustión interna se requiere un grado máximo de pulido ya que de ésta manera podrá disminuirse la fricción en piezas que están en constante movimiento y que frotan entre sí.
- Tolerancias: Es el Juego máximo y mínimo admitido entre dos o más piezas que deban ajustarse o acoplarse.

i) Los puntos que se toman en cuenta para controlar la calidad en un proyecto de reconstrucción de maquinaria son los siguientes:

- Suministro de partes y refacciones nuevas: Debe contarse con la documentación técnica adecuada como manual de mantenimiento, manual de partes y tablas de especificaciones técnicas. La mayoría de las partes y refacciones deben solicitarse por su número de partes de la maquinaria.

- Recepción de partes reparadas en talleres externos: Es necesario conocer normas de mecanizado y mediciones técnicas; lo referente a mediciones técnicas es muy importante.

Los trabajos que generalmente se encargan a talleres externos son los de metalización, de maquinado y de tratamiento térmico de partes tales como: flechas rotores, chumaceras, cigueñales, árbol de levas, bielas y otros.

El control de calidad en las normas de mecanizado de las partes reparadas en talleres externos se verificará de la manera siguiente:

- . En lo que respecta a precisión, se debe comprobar, con instrumentos de medición como micrómetros de exteriores e interiores, calibrador vernier y reglas planas, las medidas correctas, de acuerdo al plano trazado de la pieza o la tabla de especificaciones.

- . En lo referente a acabado, la comprobación de éste factor en las piezas terminadas saldría demasiado cara ya que requiere de análisis con instrumentos muy especializados. El acabado que se da a las piezas en el taller, va de acuerdo a tablas de acabado con lijas de diferente número de granos por pulgada y, según el tipo de lija utilizada, se obtendrá el pulido adecuado o acabado, el cual se mide en micropulgadas.

- Ejecución de los trabajos de ensamble: Es necesario tener conocimiento y experiencia en el uso de instrumentos de medición y herramientas, así como en el manejo de tolerancias.

Los trabajos de ensamble a que debe controlarse la calidad de ejecución son los siguientes:

- . Apriete entre elementos de un sistema, tanto tornillos como tuer-

cas.

- . Ajuste entre piezas que deben deslizarse entre sí: Se refiere a la holgura que debe existir entre pieza y pieza para dar cabida a la película de aceite suficiente para disminuir la fricción.
- . Sincronización entre elementos mecánicos: Sincronización de engranes y cadenas de distribución para que trabajen armónicamente, desarrollando cada cual el trabajo para el que fué diseñado y en el momento preciso.

- Montajes de elementos menores y especiales: Trata de elementos muy pequeños, pero muy importantes en los trabajos de ensambles, como son: pasadores, arandelas, seguros y cuñas, los cuales necesitan algún tratamiento especial para su instalación; estos tratamientos especiales se usan en el montaje de rodamientos, bujes y cremalleras.

- Prueba funcional de cada sistema de la unidad reconstruida: Su objetivo es poner a punto cada uno de los sistemas que la integran, para que lleven a cabo las funciones para las cuales fueron diseñados.

Para llevar a cabo esta prueba es necesario contar con la orden de inspección y reparación, manual de operación, ficha técnica, tabla de especificaciones técnicas.

Se deberá programar la secuencia de ejecución de la prueba, ya que algunas inspecciones y pruebas se realizan en reposo y otras cuando está operando la unidad.

Aspectos prácticos para ejecutar con éxito la prueba funcional de la unidad reconstruida:

- . Revisar y añadir, si es necesario, los insumos siguientes: Agua para el radiador, nivel de aceite del motor, nivel de aceite del diferencial, nivel de aceite hidráulico.
- . Revisar la tensión de las bandas del ventilador y el alternador
- . Preajustar el carburador (en caso de que el motor sea de gasolina)
- . Poner en operación el motor de la unidad
- . Verificar presión del aceite, corriente de carga de la batería y temperatura del motor.

- . Calibrar el sistema de encendido
- . Ajustar la carburación del motor (para vehículos de gasolina)
- . Calibrar las punterías en caliente
- . Verificar si hay fugas (de aceite, agua, etc.) y corregirlas
- . Poner en movimiento la unidad y probar los demás sistemas, tales como: el sistema hidráulico, el sistema de dirección, el sistema de frenos, el embrague y transmisión.
- . Verificar y corregir: Tensiones en bandas, apriete de múltiples de admisión y escape, fugas, después de haber operado la unidad un tiempo de prueba razonable.

b) Procedimiento administrativo final:

Finalmente, la unidad de mantenimiento hace entrega de la unidad reconstruida al departamento administrativo acompañada de todos los aspectos importantes sobre costos para que la integren al inventario y amorticen la inversión.

Existe un procedimiento administrativo que se aplica a las unidades reconstruidas y que se integran de nueva cuenta a los activos de la empresa.

El Jefe de mantenimiento deberá de estar enterado de este procedimiento, ya que algunos puntos que trata, están relacionados con el trabajo de reconstrucción que acaba de terminar.

El procedimiento consiste simplemente en integrar la unidad reconstruida a los activos de la empresa, incluyendo los siguientes puntos:

- Número de inventario y número económico si así lo requiere, si no se dejarán los números anteriores, subrayando que la unidad ha sido reconstruida.
- Costo de la reconstrucción, para amortizar o depreciar la inversión
- Estimación de la vida útil y vida económica
- Estimación de los costos de operación y mantenimiento
- Depreciación faltante, en caso de haber sido reconstruida la maquina-

ría sin haberse depreciado en su totalidad.

- Valor presente, antes de la reconstrucción, mas el costo de reconstrucción, para asentar el costo de la unidad en libros, o bien el valor fijado por perito valuador al reconstruirse.

i) Ejemplo típico de reemplazo de equipo:

Un ejemplo típico de tales situaciones de reemplazo es el problema de cuando un propietario de una flotilla de camiones debe reemplazar uno. Un camión se deteriora con la edad, y el problema es descubrir el mejor momento para adquirir un camión de reemplazo. Antes de analizar tales situaciones, debe considerarse al propietario del camión y averiguar para que utiliza el camión. Se puede suponer que una razón es transportar los artículos tan barato como sea posible, pero puede haber otras razones.

De ésta manera el propietario podría sentir que un camión nuevo le da mas prestigio a su negocio.

Si se encuentra que la causa es el transporte mas barato, debemos comenzar por examinar la forma en la cual se incrementan los costos con la edad del camión. Con un kilometraje fijo cada mes podríamos obtener una gráfica como la que se muestra en la fig.

Además de los costos corrientes, existen los costos de capital de adquisición del camión. Estos pueden ser expresados como promedio de costo por mes, y el costo promedio mensual decrecerá, entre más se posponga el reemplazo. Sin embargo, llega un punto en el cual la proporción de incremento de los costos corrientes son mayores que la compensación por los ahorros en los costos promedio de capital, y en éste punto se justifica el reemplazo.

- EJEMPLO:

Un propietario de una flotilla descubre en sus registros pasados que los costos corrientes por año de un camión, cuyo precio de adquisición es de \$ 18'000,000.00, son los que se muestran a continuación:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8
Costos corrientes	3000	3600	4200	5400	6900	8400	10200	12000
Valor de rescate	9000	4500	2250	1125	600	600	600	600

(Valores en miles de pesos)

En que año debió reemplazarse el camión?

Solución:

Se calcula una tabla que muestra el costo promedio por año durante la vida del camión.

La primera columna son los años que esta en servicio la máquina; la segunda columna es la suma de los costos corrientes de ese año mas el año anterior; la tercera columna de la tabla da la diferencia entre el precio de adquisición y el valor de rescate al final del año en cuestión, se obtiene de la suma del valor de rescate de ese año sumado con el del año anterior; la cuarta columna se obtiene de la suma de las columnas dos y tres; la quinta columna se obtiene de dividir la columna cuatro entre el año, (para el primer año se divide entre uno, para el segundo entre dos y así respectivamente.

Costos de posesión y operación de un camión:

Reemplazar al final del año	Total de costos corrientes	Total de costos de capital	Costos totales	Costos promedio por año
1	3000	9000	12000	12000
2	6600	13500	20100	10050
3	10800	15750	26550	8850
4	16200	16875	33075	8269
5	23100	17400	40500	8100
6	31500	17400	48900	8351

Concluimos que el camión deberá reemplazarse al final del quinto año. Si el camión no se reemplaza en éste momento, el costo promedio por año comenzará a incrementarse.

Comentarios al ejemplo:

En el ejemplo no se analiza ni se dice en ningún momento, el precio de adquisición de un equipo nuevo.

Ahora si se toma en cuenta la situación económica en que se encuentran los países en vías de desarrollo, las restricciones a las importaciones, la falta de divisas necesarias para la compra de unidades nuevas, el costo de capital que deberá amortizar si se compra un camión nuevo, o además si no hay camiones de mayor capacidad, se prevee que no cambiarán en largo tiempo y el costo de reconstrucción es razonable.

I) Taller de Mantenimiento

Desde el diseño mismo del puerto es necesario el considerar la conveniencia de contar con un taller propio de mantenimiento y proyectarlo adecuadamente, para que tenga suficiente espacio para sus funciones.

Los parámetros a considerar para determinar el tamaño y equipo en el taller son la economía, la seguridad, la necesidad de continuidad de servicios y la cantidad de equipo a mantener.

1) Ubicación del taller:

Tomando en cuenta que se tendrán que hacer reparaciones de varias clases de equipos, el taller del puerto tendrá que tener una disposición apropiada de tal forma que la reparación del equipo y su devolución al servicio puedan hacerse en un plazo mínimo. De preferencia debe tener accesos propios y de doble circulación. Estos accesos se deben de proyectar para vehículos pesados. Es conveniente que esté cerca de la subestación y de la toma de agua.

Por el ruido propio que genera el taller, usualmente se aleja de los centros de trabajo de oficina.

Puede existir un taller central principal, que es donde se tiene el mayor número de personal y talleres especializados, y pequeños talleres en otros lugares.

La reparación de averías y el servicio del equipo montado sobre carriles como por ejemplo las grúas de muelle, requieren de un taller móvil, el cual puede desplazarse a donde se haya producido la falla y repararla en el acto. Un camión especial provisto de una reserva de combustible y de aparatos de engrase a presión, para llevar lubricante a donde se necesite es un excelente medio para el servicio de mantenimiento preventivo.

En cada puerto habrá que estudiar la conveniencia de disponer de pequeños talleres de mantenimiento, los cuales dispondrán de algunas piezas de repuesto y del equipo de mantenimiento necesario; esos talleres se pueden instalar en un contenedor de 20 ft. que se pueda cerrar con llave.

Es conveniente tener áreas con cubículos para el personal directivo, con espacio suficiente para libreros y estantes para los manuales del equipo. Las áreas de instrumentos delicados o caros, tales como de electrónica e instrumentación deben estar aislados por mampostería o por lo menos por malla.

El taller debe poseer una sección mecánica, una eléctrica y una sección electrónica especializada, y es conveniente que cada una tenga su propio supervisor especializado en ese tipo de trabajo.

La sección mecánica debe contar con medios para la fabricación de estructuras metálicas ligeras, tuberías y pailerías.

La nave principal debe tener varias entradas y estar dotada de una grúa puente, con capacidad para manipular las piezas de las máquinas de mayor tamaño. Debe disponerse de un espacio suficiente para el trabajo en el banco, con fácil acceso a la nave principal, pero que no quede debajo de la grúa puente.

3) Capacidad del taller:

La capacidad del taller es función del número y calidad del personal con que cuente, así como de la maquinaria y herramienta de que disponga.

A menos de que exista un gran volumen de trabajo de mantenimiento, no es práctico tener muchos especialistas, ya que de requerirse, se hará uso de contratistas.

Haciendo un análisis comparativo del taller y la capacidad disponible del mismo se podrá definir si existe sobrecapacidad, es necesario recurrir al mantenimiento externo o si es conveniente aumentar la capacidad del taller, lo cual será resultado de un análisis beneficio-costo.

Debido a las altas inversiones que se tendrían que realizar para poder darle un efectivo mantenimiento al equipo con que cuenta el puerto, al alto costo de las divisas y a la creciente inflación, los puertos en los países en vías de desarrollo se concretan a darle al equipo un mantenimiento menor y requerir de los servicios de una empresa especializada para el mantenimiento mayor del equipo mas complejo y pesado.

4) Almacenes de Mantenimiento:

Es importante que el taller cuente con un almacén de mantenimiento, para que se pueda tener acceso facilmente a las refacciones que se requieran.

El almacenaje es una función auxiliar que constituye esencialmente un servicio al mantenimiento; su éxito se juzga por su eficiencia en la recepción, expedición, registro, control, custodia y conservación de los bienes que guarda.

a) Los materiales que comunmente se almacenan se pueden clasificar en:

- Partes de Repuesto: Piezas relativamente costosas para usarse en un número limitado de equipos que pueden ser difíciles de obtener rápidamente y que se emplean en equipos en los que una interrupción prolongada se considera costosa.
- Existencias normales de mantenimiento: Tienen un uso menos especializado requerimientos mas definidos e intervalos de rotación mas cortos que las partes de repuesto. Las partes del equipo que requieren de reemplazo varias veces durante su vida útil, deberán estar almacenados para cuando se requieran.
- Herramientas: Es común que los almacenes de mantenimiento controlen y manejen las herramientas.

b) Requisición y suministro de materiales:

La requisición y suministro de materiales debe hacerse en forma programada conforme a los siguientes criterios:

- Evitar saturación del almacén
- Aprovechar oportunidad de costo
- Considerar prioridades en el programa
- Evitar sobrantes o faltantes
- Considerar existencia en el mercado
- Prever tiempos de suministros

c) Localización del almacén:

Pocas personas se percatan de la frecuencia con que acuden los trabajadores al almacén, y el costo que representan estos viajes. Un examen de las ordenes de trabajo demostrará, muy probablemente, que muchos trabajos se llevan menos de dos horas en su ejecución y que la mayoría de los mismos requiere cuando menos de un viaje al almacén, lo cual indica lo importante que es ubicar el almacén en un lugar céntrico en el taller.

Las partes y materiales se guardarán de manera que su entrega sea rápida a los operarios de mantenimiento. Todo se pondrá en lugares fácilmente accesibles, con base en la frecuencia del empleo y tipo de piezas.

El área del almacén deberá estar protegida en forma que se pueda conservar el control de los materiales y refacciones.

d) Organización en el almacén:

Las tardanzas debidas a un deficiente servicio de almacén, frecuentemente constituyen hasta un 25% del total de demoras. Un almacén bien organizado y abastecido puede reducir mucho el numero de atrasos ocasionados por la falta de material.

El almacén deberá estar bajo la dirección de un almacenista experto y familiarizado con las técnicas de control y reposición de existencias.

e) Existencias en el almacén:

La previsión de una reserva adecuada de piezas de recambio constituyen una parte esencial de un proyecto de inversión portuaria y de alguna manera debe sacrificarse esa partida para hacer economías en el presupuesto.

El problema inicial es determinar las piezas de repuesto que se necesitan, teniendo en cuenta que las demoras en la entrega y las dificultades para obtener divisas, podrían comprometer mas tarde el buen fun-

cionamiento del puerto. Los catálogos de los fabricantes suelen ser muy engañosos, y de ser posible se debe consultar a otros puertos que utilicen un equipo similar y así poder determinar los repuestos que han de ser necesarios para el equipo; en las condiciones locales.

Las existencias mínimas son las consideradas ligeramente mayor que la suficiente para durar desde el momento en que se llega al mínimo, hasta que una entrega normal restituya el nivel. Las existencias máximas se fijan en consideraciones económicas. Al determinar la existencia máxima debe tenerse en cuenta que se pueden presentarse dos o tres descomposturas de importancia a la vez. Las existencias mínimas y máximas se revisarán a intervalos de seis meses a un año, y se deberá establecer un plan para la compra de piezas con carácter urgente.

Un factor importante para la reducción de costos es el control adecuado de las piezas de repuesto, materiales y accesorios de mantenimiento. En la mayoría de los almacenes existe la tendencia a subestimar la importancia de éste control, que cuando no se ejerce como debe ser, origina costos exagerados con la consiguiente pérdida de utilidades. Cuando se tiene una existencia demasiado baja de algún artículo necesario, puede causarse un grave perjuicio a la producción por una paralización prolongada; por otro lado tener una existencia demasiado alta resulta costoso, debido a los intereses inútiles que devenga el capital invertido, al espacio de almacenamiento indebidamente ocupado, al inventario de bienes o impuesto de bodega que a menudo hay que pagar, y al riesgo de que caigan en desuso las piezas. Todo material que caiga en desuso deberá retirarse del almacén.

Es importante cuantificar los tiempos perdidos y los costos por falta de herramienta suficiente, ya que cuando éste costo iguala o excede el precio de herramienta suplementaria, es tiempo de ampliar el inventario de herramienta.

Deberá llevarse un control de las refacciones y materiales que haya en existencia, mediante un inventario físico que se levantará anualmente, a fin de cuando sean utilizadas se ordene su reposición.

Una vez que se ha realizado el inventario físico, el siguiente paso será decidir qué piezas y accesorios conviene seguir teniendo en existencia y qué cantidades mínimas y máximas deben fijarse para cada artí-

culo.

El personal del almacén deberá llevar un control del combustible destinado a los distintos vehículos.

Es fácil efectuar un estudio de costos para evaluar el monto de tener en existencia el total de piezas costosas, comparado con los perjuicios causados a la producción por no tenerla en existencia, y teniendo en cuenta el tiempo necesario para su instalación.

Debido a que los puertos en vías de desarrollo no poseen una suficiente captación de divisas que les permita poseer un stock de repuestos para satisfacer sus necesidades, ellos se ven en la necesidad de adquirir aquellos que se empleen con mayor frecuencia en el mantenimiento menor del equipo, ya que el mantenimiento mayor estará concesionado a alguna empresa especializada o a un agente vendedor del equipo.

5) Equipo en el taller de mantenimiento:

En lo que se refiere al equipo fijo de mantenimiento, se necesitan aparatos como elevadores hidráulicos, puentes grúa, máquinas que trabajen metales para la fabricación de piezas, etc. Entre las piezas de equipo más pequeñas y semiportátiles figuran los compresores, los dispositivos de lubricación, las prensas de banco de taller, etc. A fin de resolver los problemas que plantea la actual tecnología del equipo de manipulación de carga, se necesita también una sala limpia para dispositivos hidráulicos y una sala de pruebas para aparatos electrónicos. También se necesita algún equipo móvil especial que puede comprender un camión grúa de gran altura de elevación (cambios de luces, pintura), una plataforma móvil, un equipo de soldadura eléctrica con motor diesel (para cuando se corte la corriente), un compresor de aire (para pintar y para el manejo de herramientas neumáticas), etc.

Se necesitará además lo siguiente:

- Juego de herramientas especiales para cada tipo de equipo
- Un taller mecánico dotado de dispositivos elevadores o por lo menos de un torno, capaz de tornejar las piezas que más se requieran.
- Una sección aparte para el servicio del equipo móvil, dotada de fosos y montacargas hidráulicos.

- Una zona con equipo apropiado para la prueba de tracción y verificación de amarres, cables, eslingas, etc.
- Zona exterior: Para limpiar la maquinaria antes de que entre al taller
- Diferentes secciones climatizadas, para el mantenimiento del equipo de inyección de combustible de los motores diesel, y una sala para el mantenimiento de los montacargas.

J) Recomendaciones técnicas de mantenimiento de equipo:

Respecto a lo extenso que puede resultar la sugerencia de recomendaciones técnicas de mantenimiento de equipo, es conveniente establecer que las recomendaciones previstas en este capítulo tienen un carácter intermedio, su objeto es el de servir de guías para estructurar una bitácora local de reparaciones y acciones preventivas, situadas entre lo recomendado por el fabricante y la práctica que realmente se lleva a cabo en el taller, con las modalidades que el personal de mantenimiento de cada empresa aplica en función de su experiencia, y recursos para ello disponibles. Debido a ello, las recomendaciones técnicas de mantenimiento aquí consideradas pretenden representar "agrupamientos de fallas" o "fallas tipo", que correspondan a procedimiento de reparación o acciones de prevención que puedan estandarizarse.

En la figura 5.4 se muestra un ejemplo de recomendaciones de procedimientos de reparación para el caso de montacargas.

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA: _____ HOJA: _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figura 5.4

CONCEPTO	FALLA O DAÑO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
01	JUNTAS DE MULTIPLE QUEMADAS, (FUGAS EN LAS ZONAS DE CONTACTO)	-SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR	CAMBIAR EL JUEGO COM- PLETO DE JUNTAS.	CHECAR QUE EXISTA SIEMPRE SUFICIENTE ACEITE Y CONTROL DE LA FALLA EN CUANTO A VERIFICAR LA DISMINU- CION DE JUNTAS COM- DAÑO EN CONDICIONES DE LUBRICACION CO- RRECTAS; EN CASO DE PERSISTIR, CAMBIAR MARCA DE JUNTAS
01	ACELERADOR PEGADO/ACELERADOR SIN FUERZA.	-RESORTE ROTO.	COLOCAR RESORTE NUE- VO.	-REVISION RUTINARIA DE TURNO Y CORRECTI- OPERACION
01	BANDA ROTA (CALENTAMIENTO, BAJA DE CARGA AL ACUMULADOR)	-USO CONSTANTE, REBASE DE LA VIDA UTIL	CAMBIESE LA BANDA POR NUEVA.	-ALINEACION CORRECTA DE BANDA Y VERIFICA- CION RUTINARIA DE LA TENSION.
02	RETENES TIRANDO ACEITE.	-REBASE DE LA VIDA UTIL DEL RE- TEN. TIPO DE RETEN INADECUADO	CAMBIAR RETENES POR NUEVOS.	CAMBIO MAS FRECUENTE CAMBIO DE MARCA
02	BALAS ROTAS EN EL BALERO DE AGUJA	-REBASE DE VIDA UTIL -TRABAJO EXCESIVO DE LA PARTE.	CAMBIAR BALERO NUEVO	CAMBIO MAS FRECUENTE -VERIFICAR OPERACION

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA _____ HOJA _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figure 5.4

CONCEPTO	FALLA O DAÑO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
03	DIRECCION CON JUEGO EXCESIVO.	-BRAZOS Y ROTULAS GOLPEADAS.	CAMBIAR LA UNIDAD DE LA DIRECCION.	-ALINEACION EN LAPONOS PROGRAMADOS MAYOR CUIDADO EN TRAYECTOS
03	DIRECCION DESALINEADA.	-VARILLA TORCIDA.	COLOCAR VARILLA NUEVA Y ALINEAR.	-EVITAR MANIOBRAR CON CARGA EN TERRENO DISPAREJO.
03	MANGO DIRECCIONAL CON JUEGO EXCESIVO.	-BALERO BARRIDO.	COLOQUESE BALERO NUEVO.	-VERIFICACION DEL TIEMPO DE DESGASTE DEL BALERO.
04	BULJAS FLAMEADAS (PROBLEMAS DE ENCENDIDO Y MARCHA DE LA UNIDAD)	-SORBECALENTAMIENTO	CAMBIAR BULJAS O LAMPARILLAS Y CALIBRARLAS.	-VERIFICAR COLOCACION Y APRIETE ADECUADO, CONTROL DE AUMENTOS A LA BASE.
04	CARBURADOR TAPADO. (PROBLEMAS DE ENCENDIDO Y MARCHA DE LA UNIDAD).	-PRESENCIA DE DIVERSOS POLVOS EL AREA DE TRABAJO.	LAVAR EL CARBURADOR. COMPLETO.	-TAPAR EL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE.
05	RADIADOR TAPADO. (SORBECALENTAMIENTO Y PARO EN LA MARCHA DE LA UNIDAD)	-DIVERSOS POLVOS EN EL AREA DE TRABAJO.	LAVAR Y PURGAR EL RADIADOR	-COLOCAR TAPON AL RADIADOR Y LAMINA PROTECTORA AL FRENTE.
05	BOMBA DE AGUA TAPADA. (SORBECALENTAMIENTO Y PARO EN LA MARCHA DE LA UNIDAD)	-DIVERSOS POLVOS EN EL AREA DE TRABAJO.	REPARAR O CAMBIAR BOMBA	-MANTENIMIENTO CONSTANTE DE LIMPIEZA

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA _____ HOJA _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figura 5.4

CONCEPTO	FALLA O DARO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
06	CAJA DE TRANSMISION SIN JUEGO	-DISCO Y PLATO OPRESOR DARRADOS	-CAMBIAR LOS JUEGOS COMPLETOS DE DISCOS	-REVISION MAS FRE-- CUENTE DEL DISCO Y PLATO. NOTAS 1 Y 2
06	CAJA DE TRANSMISION CON RUIDO ANORMAL	-DISCO DE FRICCION, PLATO Y CO- LLARIN DESGASTADOS	-CAMBIAR LOS JUEGOS COMPLETOS.	-VERIFICAR TIEMPO DE REPOSICION ANTICIPA- DO.
06	BAJA RESPUESTA DE LA TRANSMISION AUTOMATICA	-USO CONSTANTE DE LA BOMBA/REBA BASE DE LA VIDA UTIL.	-CAMBIESE POR NUEVA BOMBA.	-LIMPIESE Y CHEQUESE SU BUEN FUNCIONAMIE- TO PERIODICAMENTE.
06	CALENTAMIENTO EXCESIVO DE LA CAJA DE TRANSMISION	-LUBRICACION DEFECTUOSA Y DES- GASTE EXCESIVO CONSECUENTE DE LAS PARTES EN MOVIMIENTO.	-CAMBIESE DISCOS Y PLATOS COMPLETOS.	-CHEQUESE QUE LA -- BOMBA ESTE EN BUEN -- ESTADO Y QUE LA LU- BRICACION SEA CORREC- TA SEGUN PROGRAMA -- PREVENTIVO.
07	CILINDRO MAESTRO SIN POTENCIA (BAJA CAPACIDAD DE FRENAJE)	-CONJUNTOS GASTADOS	-CAMBIAR CONJUNTOS DE CILINDRO MAESTRO	-REVISION MAS FRE-- CUENTE DE LA POTENCIA DEL CILINDRO Y CONDI- CION DE LOS CONJUN- TOS.
07	GOMAS Y RESORTES P/BALATAS SIN RESISTENCIA Y BRIO (DISMINUCION EN LA CAPACIDAD DE FRENADO)	-DESGASTE POR USO CONSTANTE.	-CAMBIESE GOMAS Y RE- SORTES A LAS BALA-- TAS.	-UTILIZACION RACIO-- NAL DEL PEDAL DEL FRENO, CAMBIO PROGRA- MADO DE GOMAS, RESOR-

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA: _____ HOJA: _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figura 5.4

CONCEPTO	FALLA O DAÑO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
				TES Y ZAPATAS EN -- PERIODOS PREESTABLECIDOS.
08	OPERACION INCORRECTA EN EL LEVANTE O BALANCEO	-FALTA DE ACEITE.	AGREGAR ACEITE UNICAMENTE CUANDO LA TORRE ESTÁ EN POSICION VERTICAL Y CUANDO LAS HORQUILLAS ESTAN EN LA POSICION MAS BAJA.	-DEBE MANTENERSE EL NIVEL DEL ACEITE EN LA PARTE SUPERIOR DEL TAPON, UN LLENADO FRECUENTE PUEDE SER INDICATIVO DE UNA FUGA.
		-FILTRO SUCIO O TAPADO	LIMPIEZA DE ESTE, RETIRANDOLO DEL TANQUE Y ENJUAGANDO CON ALGUN SOLVENTE, Y SESION.	VERIFICAR QUE LA CONTAMINACION DEL FILTRO EN REVISIONES ESPACIADAS, NO EVITE LA LLEGADA DEL SUFICIENTE ACEITE A LA BOMBA.
		-OBSTRUCCION EN LAS LINEAS HIDRAULICAS.	SOLTAR LAS TUERCAS EN CADA EXTREMO DE LAS LINEAS HIDRAULICAS DE ALTA PRESION PARA PROBAR EL EFECTO DE LA CIRCULACION DE LA BOMBA A TRAVES DEL SISTEMA.	-EFECTUAR LA PRUEBA REFERIDA A INTERVALOS REGULARES, DE ACUERDO AL PATRON DE FRECUENCIA DE FALLA PARA ESTE CASO.
		-PRESION INSUFICIENTE EN LA VALVULA DE ALIVIO.	a) AJUSTAR LA PRESION AL RANGO CORRECTO, APLICANDO UNA CARGA	-EFECTUAR UNA VERIFICACION PERIODICA PARA COMPROBAR EL RANGO--

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA: _____ HOJA: _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figura 5.4

CONCEPTO	FALLA O DAÑO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
			REEMPLAZO DE LA PARTE DESGASTADA, EN SU CASO.	INMEDIATO EN CASO DE TENER INDICIOS DE OCURRENCIA DE LA FALLA.
08	FUGAS EXTERIORES DE ACEITE.	-DARO EN LAS LINEAS HIDRAULICAS	-APRIETE DE LAS TUERCAS DE EXTREMO	-INCLUIR EN LAS RUTINAS PREVENTIVAS
		-FUGA EN LA VALVULA DE LEVANTE Y BALANCEO.	REEMPLAZO DE RETENES O EMPAQUES ("O" RINGS).	LOS APRIETES. REVISION DE VALVULAS Y CAMBIO ANTICIPADO DE RETENES.
		-FUGA EN LA VALVULA DE CONTROL DE FLUJO.	RETIRO DE LA PARTE MOVIL DE LA VALVULA Y COLOCACION DE NUEVOS EMPAQUES ("O" RINGS).	-INSISTIR EN QUE NO DEBEN USARSE "O" RINGS VIEJOS CUANDO SE ARME DE NUEVO ALGUNA PIEZA DEL SISTEMA HIDRAULICO.
				-BUSCAR SUSTITUTOS A LOS EMPAQUES Y RETENES DE FRECUENTE DESGASTE.
08	GASTOS HIDRAULICOS CON MOVIMIENTO LENTO.	-FALTA DE LUBRICACION, Y POSIBLE DAÑO POR IMPACTO	SI ESTAN TORCIDOS CAMBIENSE POR OTROS Y LUBRIQUESE.	LUBRIQUESE CON PERIODICIDAD Y VERIFIQUESE SU ESTADO FISICO.
08	DIRECCION HIDRAULICA CON BAJA RESPUESTA AL GIRO DEL VOLANTE.	-CILINDROS GOLPEADOS Y CON ACUMULACION DE SUCIEDAD.	ALINEARLA Y DAR LUBRICACION COMPLETA,	-NO FORZAR AL EQUIPO CON CARGA EN TERRENO IRREGULAR.

RECOMENDACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE REPARACION DE EQUIPO

AREA: MONTACARGAS FECHA: _____ HOJA: _____ DE _____
 SUBAREA: _____

Figura 5.4

CONCEPTO	FALLA O DADO	CAUSA	SUGERENCIAS PARA PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS CORRECTIVAS	
			PROCEDIMIENTO CORRECTIVO	MEDIDA PREVENTIVA
09	DIFICULTAD EN EL ENCENDIDO (ARRASTRE EN EL MOTOR DE ARRANQUE).	-CARBONES GASTADOS EN EL MOTOR DE ARRANQUE.	COLOCAR CARBONES NUEVOS.	-VERIFICAR USO DE PI ENCENDIDO.
09	FALTA DE CORRIENTE PARA EL ENCENDIDO.	-ACUMULADOR SIN CARGA PARA USO CONSTANTE.	CAMBIAR ACUMULADOR NUEVO.	-ROTAR ACUMULADORES -CARGA LENTA POR LOTES. -EVITAR QUE EL SWITCH DE IGNICION QUEDE ABIERTO AL ESTAR LA UNIDAD FUERA DE SERVICIO EFECTIVO. -VERIFICACION RUTINARIA.
09	BOBINA QUEHADA (FALTA CORRIENTE)	-SOBRECARGA ELECTRICA.	CAMBIAR BOBINA NUEVA	-REVISION COMPLETA DE INSTALACION
09	SWITCH DE ARRANQUE SIN RESPUESTA	-USO RUDD DEL ENCENDIDO	INSTALACION SWITCH NUEVO.	-CAMBIO DE SWITCH EN LAPROS PROGRAMADOS.
09	REGULADOR DE VOLTAJE FUERA DE SERVICIO	-CONEXIONES ZAFADAS Y DADO POR GOLPE.	LIPIAR O COLOCAR -- NUEVO, SEGUN SEA EL CASO.	-ESMERO EN LA LIMPIEZA DE PARTES Y ACCESORIOS ELECTRICOS.
12	TORRE DE LEVANTE SIN MOVIMIENTO.	-BALERO BARRIDO.	CAMBIAR BALERO POR NUEVO.	-VERIFICAR TIEMPO DE DESGASTE DEL BALERO.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en lo analizado en los capítulos anteriores, se recomienda considerar lo siguiente para la solución de los problemas de mantenimiento:

- Escuchar el problema.
- Entender el problema, tomándose el tiempo que sea necesario para ello.
- Representar en forma gráfica y simple el problema.
- Estudiar primero los parámetros principales que afectan la operación.
- Tener presente que no siempre lo obvio es el origen del problema.
- Resolver primero el problema, después investigar quién fué el causante.
- Las soluciones temporales pueden ser adecuadas en función de los planes futuros o en caso de emergencia, pero habrá que definir los alcances de la solución final.
- Evitar problemas legales siempre que sea posible
- Evitar riesgos siempre que se pueda.
- Considerar que no es cierta la premisa "Esto no puede fallar"
- Evitar ser sorprendido por vendedores fraudulentos

A medida que los puertos se automaticen más, y se tornen mas complejos y refinados, la función del mantenimiento irá cobrando mayor importancia. Nos encontramos en el inicio de una nueva era de mayor conciencia en la importancia de dicha actividad.

Toda mejoría en las técnicas de mantenimiento y la necesidad de velocidades de operación más altas en instalaciones más especializadas, tolerancias mas estrechas, una mayor mecanización y nuevos procesos, servirán para poner más de realce la importancia y responsabilidad de la función de mantenimiento y de los encargados de dirigirla.

En el futuro tendrán lugar nuevos y mas notables avances en el área de mantenimiento como son:

- El personal de mantenimiento serán especialistas altamente adiestrados con gran capacidad técnica.
- Mas supervisores de mantenimiento serán ingenieros graduados
- El director general de mantenimiento tendrá el rango de alto funcionario

- Las operaciones que comprenden sistemas sumamente técnicos y complejos, serán controlados por los ingenieros de mantenimiento, integrándose el mantenimiento a la función de producción.
- Las técnicas preventivas y correctivas de mantenimiento, mejorarán a través de procedimientos más refinados de comprobación y control, utilizando las computadoras para eliminar y predecir fallos y paros de equipo.
- Se tenderá a fabricar con materiales que requieran un mínimo de mantenimiento, recurriendo para ello a un mejor diseño, componentes más confiables, ajustes automáticos, etc.
- Los componentes modulares serán parte de las unidades mismas, a efecto de que puedan reemplazarse con facilidad, antes de que ocurra un fallo, y ser desechados o reparados fuera de línea.
- Se intensificará el uso de computadoras para programar, organizar y controlar las actividades de mantenimiento.

Debemos concientizarnos de la responsabilidad que tiene el ejecutivo de mantenimiento como rediseñador de las instalaciones y de los equipos en el momento de efectuar mantenimiento. También hay que entender la conveniencia de la revisión de los proyectos por los profesionales del mantenimiento cuando se va a construir una instalación o se va a adquirir un nuevo equipo ya que el personal de mantenimiento posee información y antecedentes de los problemas propios de mantenimiento y los efectos que producen sobre las operaciones portuarias.

En mantenimiento hay un dicho que se evidencia a diario y que dice " que lo que pueda fallar, fallará", lo cual resalta la importancia de la función de mantenimiento para evitar dicha falla.

El objetivo último de un programa de mantenimiento estructurado, es reducir los gastos y mejorar la productividad en general. Pero se podría decir "todo éste mantenimiento periódico trae consigo una gran pérdida de tiempo, no sería más fácil hacer las reparaciones cuando se necesiten, en vez de antes? ! NO ! Es más, se toma mucho menos tiempo y cuesta menos hacer el mantenimiento antes de que el equipo lo necesite con urgencia; unos pocos minutos de mantenimiento todos los días, o una hora cada semana, compensa grandemente por los periodos de paros prolongados que se sufrirán por descomposición.

La conservación de infraestructura debe ser una prioridad para los países que como el nuestro enfrentan periodos de crisis económica. Aunque las consecuencias en el corto plazo de la falta de atención a la conservación puede no ser muy significativa, la experiencia ha demostrado que el no realizarla de manera oportuna y suficiente trae consigo costos crecientes para recuperar los niveles de servicio deseado, y en el largo plazo, se haría necesaria una inversión cuantiosa para evitar una posible paralización de la actividad económica nacional.

Este problema, los países económicamente más desarrollados lo han enfrentado desde hace algunos años, obligándolos al desarrollo de procedimientos técnicos y administrativos que permitan su planeación y control eficientes.

En México también se ha iniciado un proceso de atención al mantenimiento ; se siente la inquietud por buscar formas alternativas para realizarlo de manera mas eficiente.

Resumiendo, la situación económica, el tamaño, número de obras, equipos y la edad de los mismos hacen de la conservación de la infraestructura una prioridad para la asignación de recursos financieros.

Actualmente, nuestro país cuenta con un gran número de ingenieros dedicados a la conservación de infraestructura, pero cuya formación en esta actividad ha sido producto de su propia capacidad para aprender en el campo y de la experiencia adquirida a lo largo del tiempo de realizarla. En otras palabras, la conservación se aprende empíricamente.

El aprendizaje de ésta manera presenta tanto ventajas como desventajas; por una parte es más rápido y permanente conforme aumentas el número de repeticiones de una actividad, pero por otra, al no contar con un marco normativo para su realización, se transmiten igualmente los aciertos como los vicios producto de la experiencia de quien toma el papel de maestro.

Por otra parte, en un primer momento de la historia de la infraestructura de nuestro país, la construcción de la misma fué una prioridad indiscutible. En ese momento, las instituciones de educación superior debieron formar los recursos humanos capaces de diseñarla y construirla; sin embargo, conforme pasa el tiempo, estas obras van perdiendo su capacidad y su deterioro obliga a prestar mayor atención a la conservación y reconstrucción de las mismas.

Es necesario que las instituciones de educación superior que imparten la carrera de ingeniería civil inicien la impartición de temas referentes al mantenimiento de obras y equipos dentro de las materias obligatorias, o bien como materias optativas. Dichas materias deberán incluir conocimientos mínimos sobre la conservación preventiva y correctiva, sobre identificación de causas y efectos de las fallas, así como de procedimientos y administración de la conservación.

La ingeniería civil enfrenta un reto producto del mismo trabajo al que se ha dedicado durante años anteriores: el reto de la conservación. Este toma su magnitud verdadera al considerar que la creciente población de nuestro país presiona hacia la construcción de mayor infraestructura y por otro lado al considerar que los recursos son cada vez más escasos.

Las instituciones de educación superior deben mantenerse alertas a la formación de los recursos humanos que serán necesarios y capacitarlos para conservar la infraestructura de manera eficiente tanto técnica como administrativamente, ya que al ser escasos los recursos, la conservación de lo que ya existe debe ser una prioridad.

La estrecha relación entre la ingeniería civil y las necesidades sociales, hace que sea directamente el pueblo mexicano quien disfrute de los aciertos o quien pague los errores. Debe reconocerse a la conservación de la infraestructura como un compromiso más de la ingeniería civil con México.

Administración del mantenimiento industrial

Autor: E.T. Newbrough

Editorial Diana, 1973

Port Maintenance

Autor: The american association of port authorities

Editorial: AAPA

Manual de Desarrollo Portuario

Autor: UNCTAD

Editorial: UNCTAD

Curso de administración del mantenimiento

Autor: Centro de educación continua, Facultad de Ingeniería

Editorial: UNAM

1985

Mantenimiento de instalaciones y equipo portuario para el puerto de Manzanillo.

Autor: Comisión Nacional Coordinadora de Puertos

Planned maintenance systems for port facilities and equipment

Autor: Gray Mackenzie

1983

Medidas para el mantenimiento eficaz del equipo

Autor: Earl D. Munday, P.E.

Editorial: UNCTAD

1983

Mantenimiento menor

Autor: Comisión Nacional Coordinadora de Puertos

1985

Curso de mantenimiento de instalaciones y equipo portuarios

Autor: Trainmar

1985